

АВТОМОБИЛЬНАЯ ШИНА

Асаулюк А. В. – студент группы ПКМ-91, Головина Е.А.– к.т.н., доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Автомобильная шина – не просто «резина» одетая на диск колеса, а сложная, многофункциональная конструкция. Основное назначение шины – смягчить толчки и удары, передаваемые на подвеску автомобиля, обеспечить надежное сцепление колеса с дорожным покрытием, управляемость, передать на дорогу тяговые и тормозные силы. В значительной степени от шины зависит коэффициент сцепления, проходимость в различных дорожных условиях, расход топлива и шум, создаваемый автомобилем во время движения. Кроме того, шина должна обеспечить заданную грузоподъемность, надежность и долговечность.

Шины подразделяются:

- в зависимости от конструкции каркаса-на диагональные и радиальные;
- по способу герметизации внутреннего объема-на камерные и бескамерные;
- по типу рисунка беговой дорожки- дорожные (летние, всесезонные), универсальные, зимние, повышенной проходимости;
- по профилю поперечного сечения

Изготовление шин включает в себя четыре различных этапа: изготовление резиновых смесей, изготовление компонентов, сборка, вулканизация.

I.Производство шины начинается с приготовления резиновых смесей. Рецептура зависит от назначения деталей шины и может включать в себя до 10 химикатов, начиная от серы и углерода и заканчивая каучуком.

II.На следующем этапе создаётся протекторная заготовка для шины. В результате шприцевания на червячной машине получается профилированная резиновая лента, которая после охлаждения водой разрезается на заготовки по размеру шины.

Скелет шины – каркас и брекер – изготавливаются из слоёв обрешиненного текстиля или высокопрочного металлокорда. Прорезиненное полотно раскраивается под определённым углом на полосы различной ширины в зависимости от размера шины.

Важным элементом шины является борт – это нерастяжимая, жёсткая часть шины, с помощью которой последняя крепится на ободе колеса. Основная часть борта – крыло, которое изготавливается из множества витков обрешиненной бортовой проволоки.

III.На сборочных станках все детали шины соединяются в единое целое. На сборочный барабан последовательно накладываются слои каркаса, борт, по центру каркаса протектор с боковинами. Для легковых шин протектор относительно расширен и заменяет собой боковину. Это повышает точность сборки и снижает количество операций в производстве шин.

IV.После сборки шину ожидает процесс вулканизации. Собранная шина помещается в пресс-форму вулканизатора. Внутри шины под высоким давлением подаётся пар или перегретая (200 °С) вода. Обогревается и наружная поверхность пресс-формы. Под давлением по боковинам и протектору прорисовывается рельефный рисунок. Происходит химическая реакция (вулканизация), которая придаёт резине эластичность и прочность.

В ходовой части больше, чем во всех остальных компонентах транспортного средства, движущихся, трущихся частей и деталей. Особо эксплуатируемыми являются колеса, то есть покрышки. На них действует много факторов: и масса автомобиля, и неровности асфальта, и скорости, и погодные условия, и водительские навыки вождения

Реже можно встретить покрышки, которые изготовлены из композитных материалов. Несмотря на механическую твердость и хорошую теплопроводность, высокая стоимость сдерживает их широкое распространение. Вес автомобильной шины из композита чуть выше резины, коэффициент трения на порядок выше, рабочий диапазон,

ограничивающийся на обычных тормозах 100-300 °С, здесь простирается далеко за отметку в 1000 °С.



Рисунок 1 – Автомобильная шина

Рассмотрим автомобильные шины из резины и углепластика.

Сравнительные характеристики механических свойств представлены в таблице 1:

	Резина	Углепластик
Масса изделия, кг	5,3	7,2
Модуль упругости, ГПа	0,003	690
Напряжение по Мизесу, Па	86763	100356
Предел прочности, МПа	13,7	1500
Результирующее перемещение, мм	2,8	0,0001

Из таблицы видно, что углепластик по многим показателям превосходит резину.

Далее рассмотрим опасные сечения, которые принимают на себя высокие сжимающие нагрузки при внутреннем давлении. Рассмотрим автомобильную шину проектируемую в программе SolidWorks.

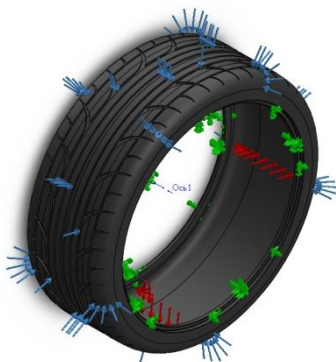


Рисунок 2 – нагрузки и закрепление в покрывке

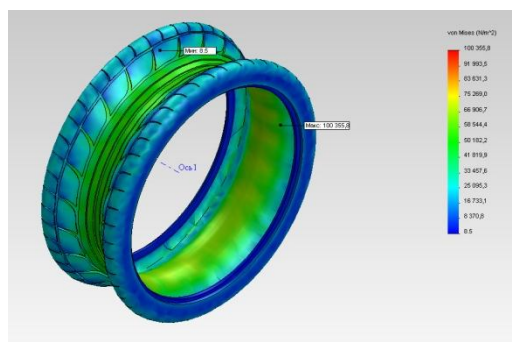


Рисунок 3 – Зона напряжений

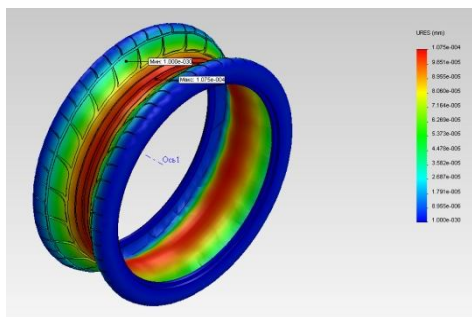


Рисунок 4 – Зона перемещений

Из рисунков 3, 4 видно, что максимальное напряжение составляет 0,1МПа. Результирующее перемещение будет составлять 0,0001 мм, что дает уверенность использовать данный элемент с достаточным запасом безопасности.

Из данной статьи видно, что композит превзошел свой аналог из резины по таким показателям как напряжение по Мизесу, результирующее перемещение, предел прочности.

Литература:

- 1) <http://amastercar.ru>
- 2) <http://www.avtonov.svoi.info>

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ДИСК

В.В. Березов – студент группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
 Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Автомобильные диски являются базовым элементом во всей конструкции автомобиля. Дело в том, что именно они в составе колеса осуществляют связь машины и дороги, обеспечивая, таким образом, передвижение транспорта.

Колесные диски делятся на 2 группы:

1) стальные – их части штампуют из листа стали, а после этого части соединяют сваркой. К достоинствам можно отнести низкую цену и высокую прочность при ударе диска о препятствие. Основные недостатки: большая масса, невысокая коррозионная стойкость;

2) диски, сделанные из легких сплавов – по многим свойствам лучше стальных. Достаточно большое количество вариантов дизайна, точность изготовления, прекрасно отводят тепло от тормозного узла, а самое главное — они гораздо легче стальных.

В свою очередь диски из легких сплавов по способу изготовления делятся на: кованные и литые. Литые диски – имеют зернистую внутреннюю структуру металла, именно в этом его основной минус: при долгой езде по дороге с поврежденным покрытием в металле идет процесс накопления невидимых микротрещин, которые рано или поздно проявят себя с не лучшей стороны, от сильного удара диск может расколоться.

Недостатки:

- литые диски требуют серьезной защиты поверхности, без этого он быстро покрывается оксидной белесой пленкой и теряет товарный вид;

- они довольно хрупки; при очень сильном ударе раскалываются, что на высокой скорости чрезвычайно опасно. Чтобы обеспечить достаточную механическую прочность, приходится увеличивать толщину стенок, а это снижает столь желанный выигрыш в весе.

Ковка обеспечивает достаточно высокую прочность и жесткость конструкции. Кованые диски выдерживают сильнейшие удары. В крайнем случае, они не лопаются, как литые, а гнутся без образования трещин, что гораздо безопаснее. Помять его (теоретически) можно, но скорее разлетится подвеска, чем повредится край кованого колеса.

Коррозионная стойкость кованого значительно выше, чем литого. Отсюда следует вывод – ниже требования к защите поверхности. Но есть один минус: высокая стоимость. Она обусловлена сложностью технологии изготовления. Если бы не этот факт, то кованые диски давно бы вытеснили все остальные – по большинству характеристик кованым нет равных.

Льют и куют диски из алюминиевых и магниевых сплавов. Если расположить легкосплавные диски в порядке по чисто техническим параметрам, то ряд будет таким:

- литой магниевый (легкий, но капризный, быстро растрескивается);
- литой алюминиевый (нормальный по совокупности качеств);
- кованый алюминиевый (прочный и легкий);
- кованый магниевый (сверхпрочный и легкий).

Важнейшими факторами, определяющими выбор материала, из которого выполнен автомобильный диск, является удельная прочность и жесткость, сопротивление ударным нагрузкам и т.д. Исходя из этого, целесообразно заменить автомобильный диск из традиционного материала на диск из композиционного материала.

Композиционные материалы в наше время получили широкое применение. Они используются практически везде от изделий военной, космической и машиностроительной до предметов домашнего обихода.

Объектом исследования в нашей работе является автомобильный диск, представленный на рисунке 1. Средствами программы SolidWorks мы построили и проанализировали модель автомобильного диска из углепластика и сравнили с моделью из алюминиевого сплава, т.к. в сравнении с другими, изготовленными из традиционных материалов, диск из алюминиевого сплава более прочный.



Рисунок 1 – Автомобильный диск

Углепластики – достаточно дорогостоящий материал, их широко применяют в авиастроении, автомобилестроении, космической промышленности.

Углепластики обладают низкой плотностью и высоким модулем упругости, имеют практически нулевой коэффициент линейного расширения, очень легкие, в тоже время, очень прочные материалы.

Анализ напряженного состояния и распределения полей деформаций (рисунок 2) показывает, что напряжения в алюминиевом образце на 10 % превышают максимальные напряжения, возникающие в углепластике (рисунок 3). А деформации в 4 раза больше,

чем в диске из углепластика (рисунки 4, 5). Диски из углепластика имеют предел прочности по сравнению с металлическими в 2 раза больше. Углепластик не подвержен коррозии и инертен к влажности и химически активным средам, в отличие от металлов.

Анализ напряжений в автомобильном диске.

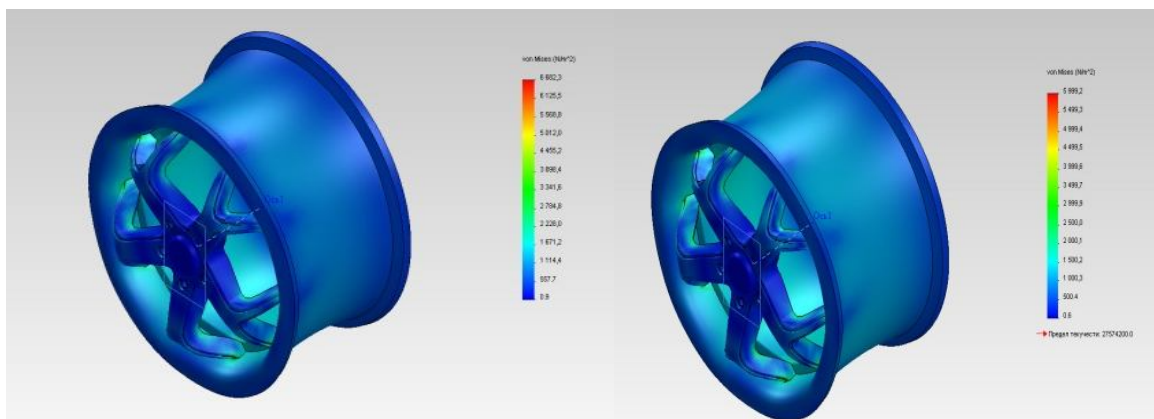


Рисунок 2 – Распределение напряжений диска выполненного из алюминиевого сплава

Рисунок 3 – Распределение напряжений диска выполненного из углепластика

Анализ смещений в автомобильном диске

Полученные результаты расчета мы вывели в таблице 1 в виде сравнительной характеристики автомобильного диска из алюминия и углепластика.

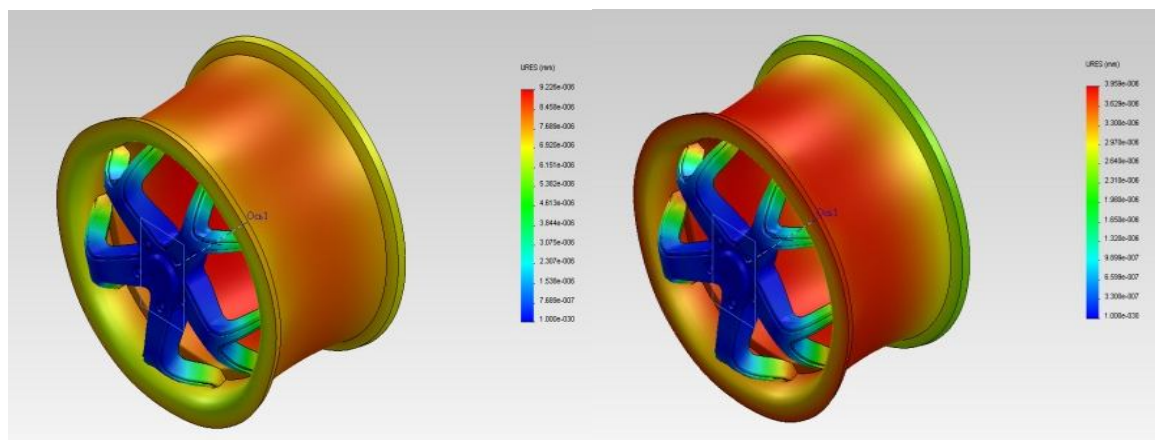


Рисунок 4 –Перемещение в автомобильном диске из алюминиевого сплава

Рисунок 5 – перемещение в автомобильном диске из углепластика

Таблица 1 – Характеристики материалов

Материал	Масса, кг	Максимальное напряжение, МПа	Максимальное перемещение, мкм	Модуль упругости, ГПа	Массовая плотность, кг/м ³
Сплав Алюминия 1350	75	750	9	69	1,67
Углепластик	65	83	4	150	1,56

Таким образом, замена традиционного автомобильного диска на углепластиковый будет способствовать повышению срока его службы, в 4 – 5 раз. Все данные получены в условиях, превышающих предельные в 2 раза.

Список литературы:

- 1) <http://strplastik.ru/>
- 2) <http://www.cool-for-you.ru>
- 3) <http://edu.secna.ru/>

ВЗАИМОСВЯЗЬ МАКРОСТРУКТУРЫ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ С ИХ ПРОЧНОСТЬЮ

Морозова Л. А. – студентка гр. ПКМ-81, Головина Е. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Ячеистый бетон – искусственный каменный материал на основе минерального вяжущего вещества и кремнеземистого компонента с равномерно распределенными по объему порами.

Ячеистый бетон является экологически чистым неорганическим строительным материалом и изготавливается из местного и относительно недорогостоящего сырья: песка, извести и цемента. Это один из самых экономичных материалов. Экономия достигается при его производстве, транспортировке, строительстве и эксплуатации зданий.

В зависимости от требований к изделиям и технологии производства в качестве вяжущего наполнителя могут использоваться цемент, известь, гипс или их композиции, а в качестве дисперсного – песок (молотый или немолотый) или зола ТЭЦ.

В практике используются две основные технологии ячеистого бетона. Первая технология газобетона характеризуется введением в массу бетона алюминиевой пудры при перемешивании. Вспучивание смеси происходит после разливки бетона в формы. Вторая технология пенобетона использует для поризации материала техническую пену, получаемую при введении в массу пенообразователей. В этом случае процесс получения поризованной массы завершается в смесителе.

Пенобетон представляет собой изоляционно-строительный материал, состоящий из искусственной, минерального происхождения, массы, насыщенной воздушными ячейками.

Газобетон имеет два преимущества – он более прочный и на него легче ложится штукатурка. По всем остальным параметрам он уступает пенобетону. Пенобетону (в отличие от газобетона) присуща закрытая структура пористости, то есть пузырьки внутри материала изолированы друг от друга. В итоге, при одинаковой плотности, пенобетон плавает на поверхности воды, а газобетон тонет. Таким образом, за счет низководопоглощения пенобетон обладает более высокими теплозащитными и морозостойкими характеристиками. Благодаря этим свойствам, пенобетон может использоваться в местах повышенной влажности и на стыках "холод – тепло", то есть там, где применение газобетона недопустимо.

Структура пенобетона представляется в виде ячеек, разделенных между собой перегородками из отвердевшего цементного теста. Ячейки имеют шаровидную форму. Стенки между ячейками частично имеют отверстия, так что ячейки в известной мере сообщаются между собой.

Размер ячеек может подвергаться значительным колебаниям в зависимости от различных факторов; диаметр ячеек колеблется от $0,25 \div 0,5$ мм до $2 \div 3$ мм. Практически

удобнее характеризовать размер ячеек количеством открытых пор на 1 см^2 поверхности разреза пенобетона.

Пенобетон различается мелкоячеистой ($200 \div 300 \text{ яч/см}^2$), средне-ячеистой ($100 \div 150 \text{ яч/см}^2$) и крупноячеистой структуры ($25 \div 50 \text{ яч/см}^2$).

На рисунке 1 приведены различные структуры пенобетона.

Пенобетон, правильно изготовленный, обладает равномерной структурой – все ячейки имеют незначительно отличающиеся друг от друга размеры (рисунок 1). В случае неправильного технологического процесса пенобетон обладает неравномерной структурой – ячейки имеют неправильную (некруглую) форму, стенки между ячейками разорваны, а размер ячеек весьма неравномерен (рисунок 2). Это имеет, обычно, место при недостаточном количестве воды при затворении цементного теста.

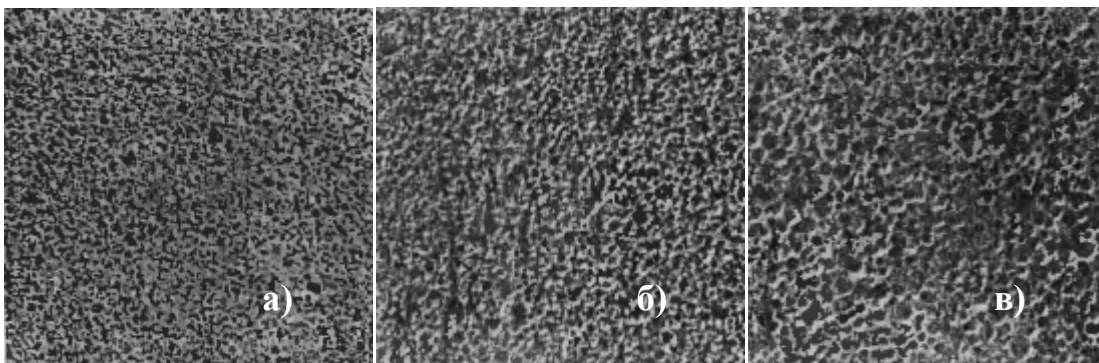


Рисунок 1 – Структура пенобетона: а – мелкоячеистый пенобетон; б – среднеячеистый пенобетон; в – крупноячеистый пенобетон

Если же воды дано еще меньше, то получаются отдельные комки цементного теста в пенобетоне. Такой материал является уже браком, и в дело применять его не следует.

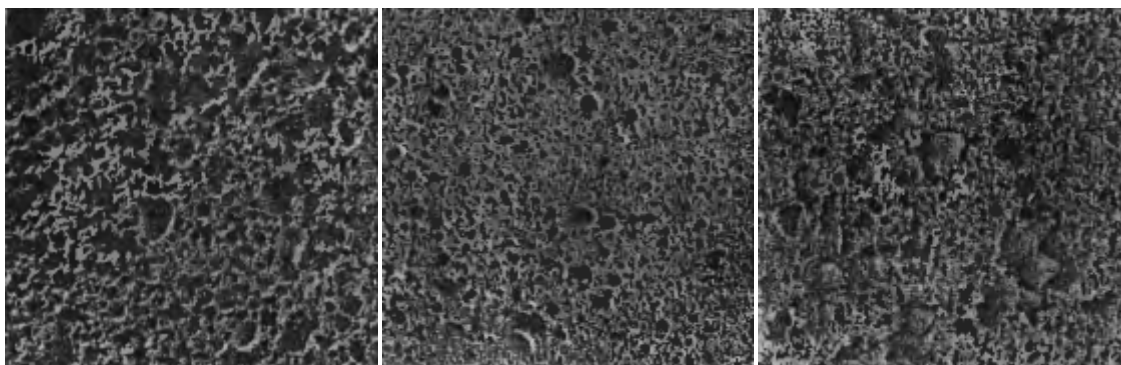


Рисунок 2 – Образцы пенобетона неравномерной структуры

Исследования зависимости прочности ячеистых бетонов от их объемного веса показали, что эта зависимость не линейна. На основании многочисленных экспериментальных данных установлено, что в интервале плотностей от 300 кг/м^3 до 1200 кг/м^3 графически ее можно отобразить в форме сложной параболической кривой (рисунок 3). На этой кривой можно выделить 4 фрагмента, ограниченных следующими показателями плотности: $300\text{-}650$, $650\text{-}740$, $740\text{-}1200$, $1200\text{-}1800 \text{ кг/см}^3$.

Известно, что наиболее плотной упаковкой шарообразных тел одинакового диаметра (в нашем случае это пузырьки пены) является их гексагональная укладка. При такой укладке в бетоне строго сферические поры одинакового диаметра создадут объемную пористость, равную $74,05 \%$. Таким образом, минимально достижимый объемный вес ячеистого бетона с порами одинакового диаметра зависит исключительно от плотности сырьевых компонентов, примененных для его производства. Для ячеистого бетона (при плотности 2730 кг/м^3) она составит $700\text{-}720 \text{ кг/м}^3$, для ячеистого силиката

(при плотности 2690 кг/м^3) – $690\text{-}710 \text{ кг/м}^3$, для ячеистого шлакозобетона (при плотности 2760 кг/м^3) – $710\text{-}720 \text{ кг/м}^3$ и т. д.

Безусловно, гексагональная упаковка является теоретически предельной упаковкой пор. В действительности, в силу случайного характера расположения пор их упаковка может лишь приближаться к гексоганальной, но никак не достигать ее. Поэтому лишь в ячеистых бетонах объемным весом свыше 700 кг/м^3 желательно иметь большинство пор одинакового размера. Для более легких видов ячеистого бетона, как показывают теоретические исследования, наиболее оптимально некое смешанное сочетание пор разного диаметра.

Если же стремиться к получению в ячеистых бетонах с объемной пористостью выше 74% (плотность меньше 650 кг/м^3) одинаковых по размеру сферических пор, то при этом получатся такие нежелательные для макроструктуры явления, как увеличение числа пор, сообщающихся между собой, их объединение, резкое отклонение от сферичности и т. д. Совершенно естественно ожидать, что зависимость технических свойств ячеистых бетонов от объемного веса должна резко меняться при значениях объемного веса, равных приблизительно $650\text{-}700 \text{ кг/м}^3$.

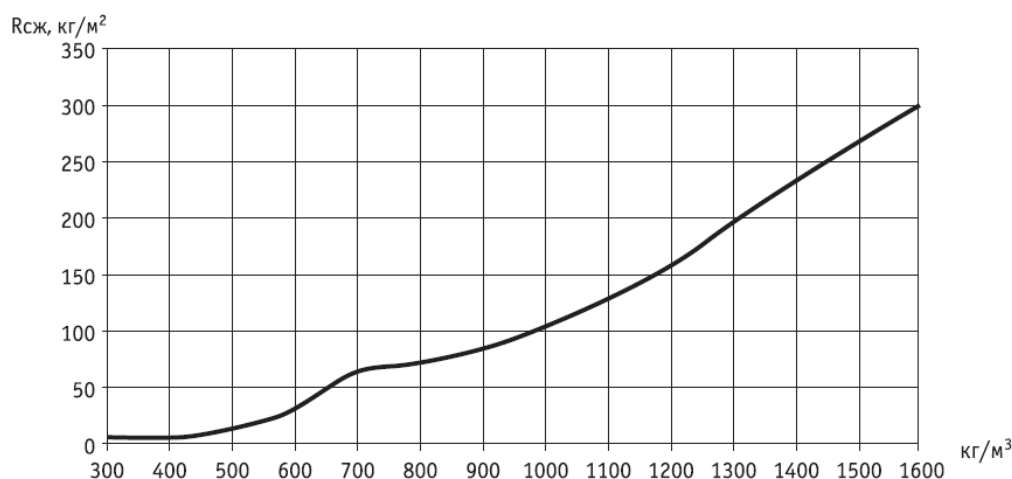


Рисунок 3 – Зависимость прочности ячеистых бетонов от их объемного веса

Исходя из вышесказанного, необходимо разрабатывать такую технологию производства пористых строительных материалов, в частности, ячеистых бетонов, которая позволяла бы получать конструктивные изделия (воздушная пористость менее 74%) с равномерно распределенными порами одинакового размера и максимально приближающимися к сферической форме. А теплоизоляционные изделия (воздушная пористость $75\text{-}95 \%$) – с двумодальным распределением по размерам воздушных округлых пор, при котором мелкие сферические поры будут расположены между более крупными.

ВТУЛКА РЕАКТИВНОЙ ТЯГИ АВТОМОБИЛЯ

Ретенко И. В. – студент группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Втулки реактивных тяг автомобиля являются неотъемлемым элементом во всей конструкции автомобиля (рисунок 1). Дело в том, что именно они в составе с тягами и стабилизаторами обеспечивают связь кузова автомобиля, и ходовой частью.



Рисунок 1- Втулка реактивной тяги автомобиля

Втулки реактивных тяг делятся на 2 группы:

1) Полиуретан обладает высокой стойкостью к механическим и химическим внешним воздействиям. Сохраняет свои свойства в течение многих лет. По многим параметрам превосходит резину. Так как предел прочности полиуретана значительно выше, чем у резины, он выдерживает нагрузки, разрушительные для резины.

Плюсы - для производства полиуретановой детали потребуется более 32 часов. Устойчив к воздействию растворителей и химикатов, к природным неблагоприятным условиям.

Недостатки - основной фактор, затрудняющий широкое применение полиуретанов в производстве, это большой временной технологический цикл.

2) Резиновые – по многим свойствам хуже полиуретановых. Резиновые детали начинают терять свои основные свойства сразу же после производства, становятся всё более жёсткими при хранении, растрескиваясь снаружи и размягчаясь внутри при эксплуатации, утрачивая своё основное свойство - гибкость и упругость.

Плюсы - производство резиновой детали занимает примерно 20 минут.

Недостатки - неблагоприятные погодные факторы и условия эксплуатации интенсивно разрушают резину: высокие и низкие температуры, озон и ультрафиолетовое излучение, топливо и масла.

Композиционные материалы в наше время получили широкое применение. Они используются практически везде от изделий военной, космической и машиностроительной до предметов домашнего обихода.

Объектом исследования в нашей работе является втулка реактивной тяги автомобиля, представленный на рисунке 1. Средствами программы SolidWorks построена и проанализирована модель втулки из полиуретана и сравнили с моделью из природного каучука.

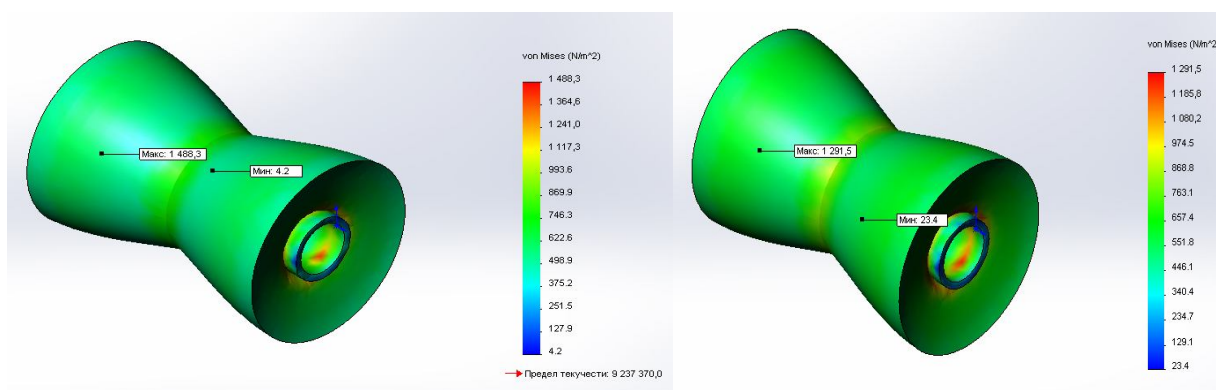


Рисунок 2 – Анализ напряжения втулки из полиуретана и из природного каучука

Анализ напряженного состояния и распределения полей деформаций (рисунок 3) показывает, что напряжения в каучуковом образце превышают максимальные напряжения, возникающие в полиуретане (рисунок 2). Втулка из полиуретана имеет предел прочности по сравнению с каучуковым и в 2 раза больше. Анализ напряжений во втулке реактивной тяги.

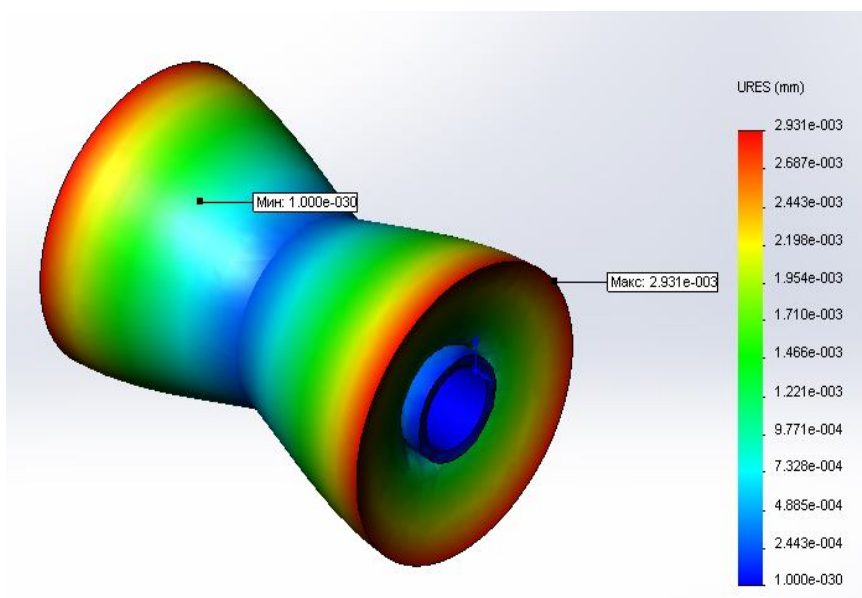


Рисунок 3 – Распределение полей деформаций втулки из природного каучука

Полученные результаты расчета мы вывели в таблице 1 в виде сравнительной характеристики втулки из каучука и полиуретана.

Таблица 1 – Характеристики материалов

Материал	Масса, кг	Максимальное напряжение, Н/м ²	Максимальное перемещение, мм	Модуль упругости, Н/м ²	Массовая плотность, кг/м ³
Пр. каучук	0,4	1291,5	1,8	10000	960
Полиуретан	0,3	1488,3	0,003	21000	1225

Таким образом, замена традиционной втулки реактивной тяги на втулку из полиуретана будет сказываться на увеличении срока службы реактивной тяги, а значит и всей подвески в целом.

Список литературы:

- 1) <http://autosystem.ru/index.php?id=372>
- 2) <http://www.domino-avtoservice.ru>
- 3) <http://elastomer.narod.ru/svoystva/Cont2.htm>
- 4) <http://www.inspire-club.ru>

ВТУЛКА СТАБИЛИЗАТОРА ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

К.С. Самарина – студент группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Подвеска автомобиля выполняет важную функцию – обеспечивает сцепление автомобиля с дорогой. Исправность всех деталей подвески (рычагов, упругого элемента, элементов крепления, стабилизатора, в том числе и втулки стабилизатора), – залог комфортной и безопасной езды в любых, даже самых сложных дорожных условиях, что немаловажно для любого автовладельца.

Движение автомобиля при поворотах связано с уменьшением или увеличением нагрузки на наружную или внутреннюю сторону колес. Для того чтобы контролировать управляемость автомобиля и исключить возможность сильного бокового крена при резких поворотах, в конструкции подвески предусматривается стабилизатор поперечной устойчивости. Большинство моделей современных автомобилей оснащены независимыми подвесками, и стабилизатор поперечной устойчивости является их обязательным элементом. Принцип работы стабилизатора поперечной устойчивости прост – при совершении автомобилем поворота упругий элемент подвески опускает автомобиль, в то время как со стороны крена, стабилизатор автомобиль приподнимает. Таким образом, обеспечивается оптимальное сцепление с дорогой.

Объектом исследования в нашей работе является втулка стабилизатора, представленная на рисунке 1.

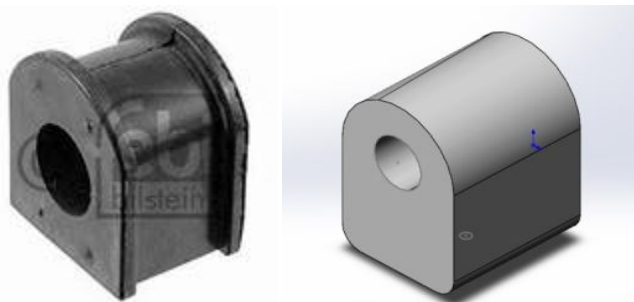


Рисунок 1– Втулка стабилизатора

С точки зрения конструкции различают стабилизаторы:

- 1) Однотрубные стабилизаторы (оснащенные одним цилиндром).
- 2) Двухтрубные стабилизаторы (оснащенные двумя цилиндрами).

Существуют различные типы втулок стабилизатора:

- 1) Резиновая втулка стабилизатора.
- 2) Сферическая (железная) втулка стабилизатора.

Важнейшими факторами, определяющими выбор материала, из которого выполняена втулка стабилизатора, является прочность, жесткость, надежность, долговечность, цена. Исходя из этого, целесообразно заменить втулку стабилизатора из традиционного материала на втулку из композиционного материала.

Композиционные материалы в наше время получили широкое применение. Они используются практически везде от изделий военной, космической и машиностроительной отрасли до предметов домашнего обихода.

Средствами программы SolidWorks мы построили и проанализировали модель втулки стабилизатора из природного каучука и сравнили с моделью из амортизационной резины. Амортизационная резина обладает многими важнейшими факторами, которые определяют ее превосходство в сравнении с природным каучуком:

- 1) Прочность. Соединение амортизационной резины с металлическими частями прочнее, чем у природного каучука. Отслоение от металла не происходит. Предел

прочности деталей из амортизационной резины на растяжение в 3 раза больше, чем природного каучука.

- 2) Жесткость. В области малых деформаций жесткость деталей из амортизационной резины втрое и более раз превышает жёсткость деталей из природного каучука. Детали подвески из амортизационной резины более эффективны при эксплуатации автомобиля в тяжёлых дорожных условиях.
- 3) Надёжность. В области больших деформаций детали из амортизационной резины дольше сохраняют упругость, чем детали из природного каучука. Детали из амортизационной резины надёжно предохраняют подвеску и кузов при максимальных нагрузках.
- 4) Долговечность. Остаточные деформации детали из амортизационной резины ниже, чем детали из природного каучука. Ресурс детали из амортизационной резины выше детали из природного каучука в 4–5 раз и более.
- 5) Цена. При высочайших эксплуатационных характеристиках, цены на втулки из амортизационной резины соизмеримы с ценами на детали из природного каучука.

Анализ напряженного состояния и распределения полей деформаций (рисунок 2) показывает, что напряжения в образце из амортизационной резины на 10 % выше максимального напряжения, возникающего в образце из природного каучука (рисунок 3). А деформации на 98 % больше, чем во втулке стабилизатора из амортизационной резины (рисунки 4, 5). Втулки стабилизатора из амортизационной резины имеют предел прочности по сравнению с образцом из природного каучука на 35 % выше.

Анализ напряжений во втулке стабилизатора:

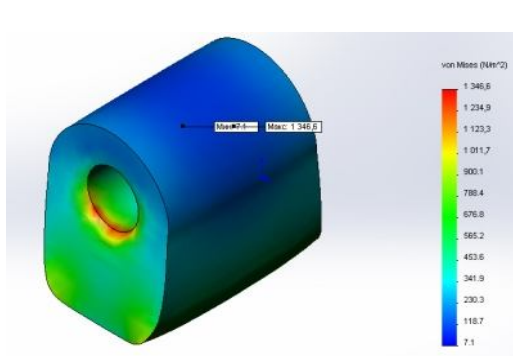


Рисунок 2 – Распределение напряжений во втулке, выполненной из природного каучука

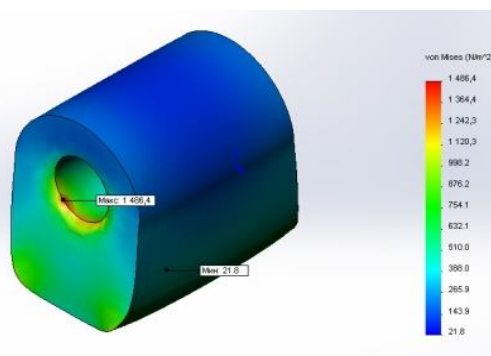


Рисунок 3 – Распределение напряжений во втулке, выполненной из резины

Анализ смещений во втулке стабилизатора:

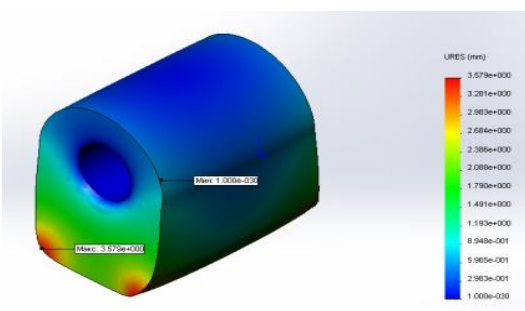


Рисунок 4 – Перемещения втулки выполненной из природного каучука

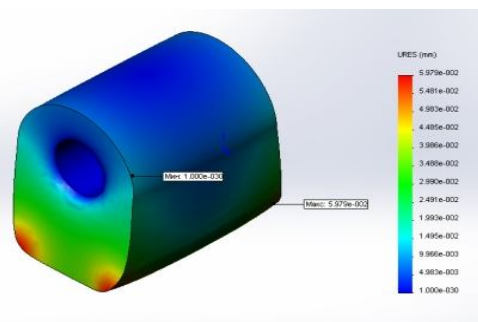


Рисунок 5 – Перемещения втулки выполненной из амортизационной резины

Полученные результаты расчета сведены в таблицу 1 в виде сравнительной характеристики втулки стабилизатора из природного каучука и амортизационной резины.

Таблица 1 – Характеристики материалов

Материал	Масса, кг	Максимальное напряжение, Па	Максимальное перемещение, мм	Массовая плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа
Природный каучук	0,290	1346,6	3,6	960	13
Амортизационная резина	0,355	1486,4	0,06	1180	20

Таким образом, замена традиционной втулки стабилизатора выполненной из природного каучука на втулку стабилизатора из амортизационной резины будет способствовать повышению прочности, жесткости, надежности и качества эффективной работы на весь срок службы.

Список литературы:

- 1) http://www.stellox.ru/vtulka_stabilizatora.html
- 2) http://otherreferats.allbest.ru/chemistry/00183371_0.html

КОРЕННОЙ ЛИСТ РЕССОРЫ

Кулавский С.О. – студент группы ПКМ-91, Головина Е.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Конструкция рессоры

Рессора состоит из нескольких металлических (стальных) листов с одинаковой толщиной и шириной, но разной длиной. Они соединяются при помощи хомутов. Коренной лист рессоры (его толщина превышает толщину других листов) закрепляется с помощью ушек крепления рессоры. С точки зрения конструкции рессоры могут быть многолистовыми и однолистовыми. Тем не менее, как и многолистовые рессоры, однолистовые рессоры имеют свои недостатки. Они хуже воспринимают моменты трогания автомобиля и торможения, когда нагрузка на подвеску возрастает.

Повреждения рессоры

Рессора выступает в качестве упругого элемента подвески, распределяя нагрузку на кузов и раму автомобиля. Именно поэтому бесперебойная работа рессоры, целостность каждого листа рессоры – залог комфортного и безопасного передвижения в любых дорожных условиях. Во многих моделях автомобилей рессора служит и в качестве упругого, и в качестве направляющего элемента подвески. В ходе эксплуатации автомобиля могут возникнуть следующие повреждения рессор, требующие немедленного профессионального ремонта:

- снижение упругости рессоры;
- срезание центрального болта крепления;
- износ кронштейнов;
- поломка одного листа рессоры или нескольких листов;
- износ втулок в кронштейнах и ушках рессор.



Процесс изготовления рессоры

Сталь для изготовления рессор – пружинная, например 60С2А или 65Г. Заготовку получают путём вырубki полос нужной конфигурации из сталыных листов. Полученную заготовку подвергают дополнительному отпуску с температурами 250-330 °С. Делается это для минимизации внутренних напряжений, которые возникли в заготовке на этапе её изготовления (таким образом удаётся повысить упругие свойства будущего рессорного листа). Процедура отпуска лучше всего проходит в специальных щелочных или селитровых ваннах, куда заготовку помещают на 5-10 минут. Важно достичь равномерности прогрева заготовки. Коренной рессорный лист (тот, который крепится посредством кронштейнов к кузову т/с) должен иметь специальные загибы (витки) на концах). Эти загибы формируют путём наматывания рессорной полосы на оправку. Все рессорные листы изгибают в соответствии с той геометрией, которую должно иметь готовое изделие. Отожженные заготовки подвергают последующей закалке. Во избежание деформаций, рессорные листы предпочтительно нагревать в специальных приспособлениях – кондукторах. Кондуктор представляет собой относительно массивное основание (выполняется индивидуально для работы с заготовками определённого типоразмера), к которому рессорный лист жёстко крепится. Таким образом, нагреваемый рессорный лист не «ведёт». Для предотвращения обезуглероживания и окисления металлической поверхности рессоры при закалке, необходимо предусмотреть защитную атмосферу в печи. Простейший вариант – в печь забрасывают некоторое количество древесного угля, который «связывает» имеющийся кислород и поверхность рессорного листа не подвергается окислению.

После закалки следует отпуск. Эта технологическая операция преследует своей целью минимизировать термические напряжения, возникшие в металле на этапе закалки. Отпуск проводят при 300-420 °С. Для крайних витков коренной рессоры, в некоторых случаях проводят отжиг (упругость значительно снижается, однако пластические свойства становятся значительна выше). Делается это в связи с тем, что крайние витки не вносят особой роли в общий пружинящий эффект, однако в связи со значительной нагрузкой, которую воспринимают, должны обладать требуемой пластичностью.

Испытание коренной пластины рессоры на изгиб (Сталь 65Г и углепластик)

Важ

нейшими факторами, определяющими выбор материала, из которого выполнен коренной лист рессоры, является удельная прочность и жесткость, сопротивление ударным нагрузкам и т.д. Исходя из этого, целесообразно заменить коренной лист рессоры из традиционного материала на лист из композиционного материала.

Анализ напряжений

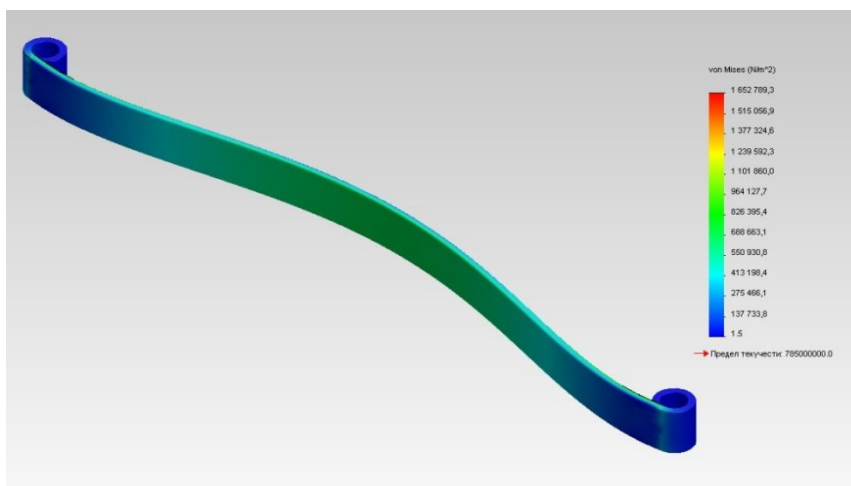


Рисунок 1 – Распределение напряжений листа рессоры выполненного из стали 65 Г

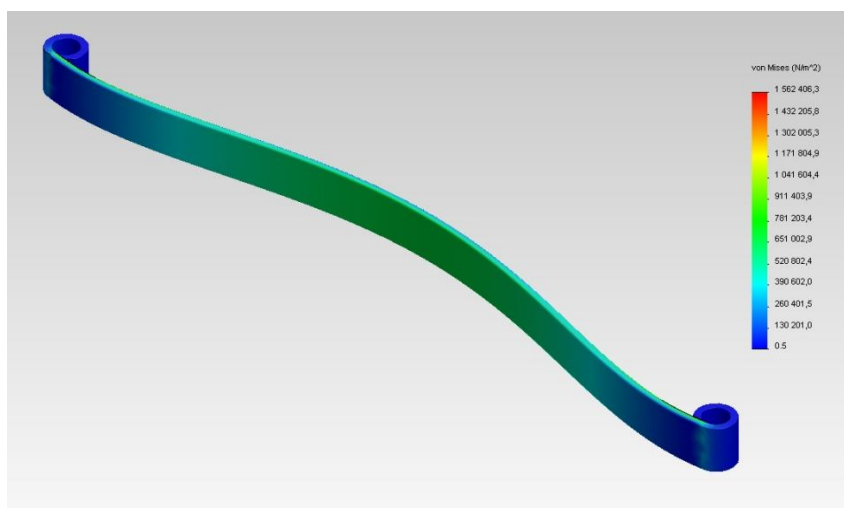


Рисунок 2 – Распределение напряжений листа рессоры выполненного из углепластика

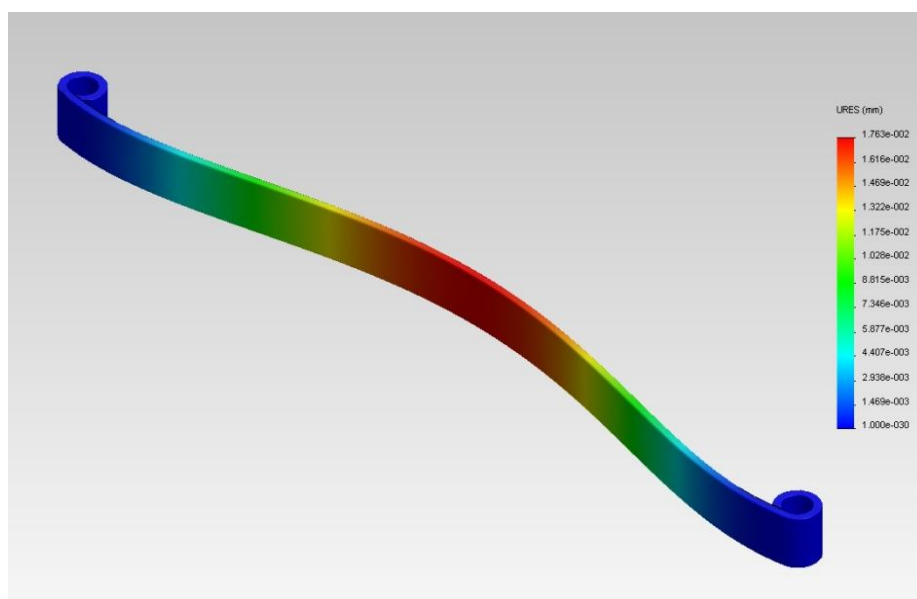


Рисунок 3 – Перемещения в листе рессоры выполненного из стали 65 Г

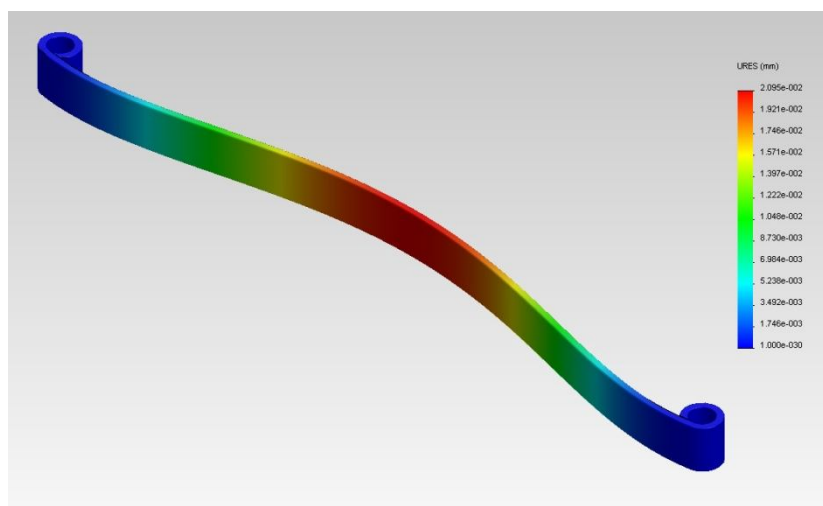


Рисунок 4 – Перемещения в листе рессоры выполненного из углепластика

Полученные результаты расчета мы вывели в таблице 1 в виде сравнительной характеристики коренной пластины из стали и углепластика.

Таблица 1 – Характеристики материалов

Материал	Масса, кг	Максимальноенапряжение, МПа	Максимальноеперемещение, мкм
Сталь 65 Г	7,6	1,5	5,2
Углепластик	1,2	12	4

Вывод: таким образом, замена традиционного листа рессоры на углепластиковый будет способствовать повышению срока его службы, в разы. Его масса уменьшится примерно в 6 раз, при одинаковой нагрузке. Лист из стали и углепластика выдерживают почти одинаковые максимальные напряжения, смещения же отличаются примерно в 1,3 раза.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПАЛСТИКОВЫХ СИДЕНИЙ ДЛЯ СТАДИОНОВ И СПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Пунина М.А. – студентка группы ПКМ-91, науч. рук. Головина Е.А – доцент, к.т.н. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Популярность футбола, да и вообще спорта в России только набирает обороты. В преддверии предстоящей олимпиады Сочи-2014, а также приближающегося чемпионата мира по футболу, который пройдет в России в 2018 году, необходимо обратить пристальное внимание не только на качество площадок для проведения соревнований, но и на эргономическую составляющую трибун для зрителей. Ведь матчи могут длиться по несколько часов и все это время зрители находятся практически в одном и том же положении, что отрицательно сказывается на комфорте зрителей. А как известно, одной из составляющих успеха – является активная поддержка болельщиков. Следовательно, одним из важных критериев оценки качества спортивного комплекса в целом является уровень подготовки его трибун.

Чтобы подобрать оптимальный материал для изготовления сидений трибун нужно, прежде всего, определиться с условиями их эксплуатации. Поскольку сидения предназначены для установки как в закрытых помещениях, так и на открытых площадках,

таких как, стадионы, спортивные комплексы, бассейны, ледовые дворцы необходимо, чтобы материал работал в широком диапазоне температур и влажности. Естественно, материал должен быть прочным и износостойким. Еще одним специфичным требованием к сидениям является их высокая стойкость к удару, что связано как с возможностью удара мяча о сидение во время футбольного матча, так и с переизбытком чувств болельщиков, которые находясь под влиянием сильных эмоций во время футбольных матчей буквально отрывают сиденья от трибун, в результате чего наносят повреждение трибуне, а иногда и окружающим их людям.

Учитывая все выше перечисленные требования, наиболее популярным материалом для изготовления сидений на сегодняшний день является стеклопластик. Это искусственно созданный композиционный материал, который обладает малым удельным весом, очень низкой теплопроводностью (примерно, как у дерева), прочностью как у стали, биологической стойкостью, влагостойкостью и атмосферостойкостью полимеров, при этом не обладая недостатками, присущими термопластам.

Сидения для спорткомплекса представляет из себя твердотельный объект, выпускаемые методом RTM-технологии (Resin Transfer Molding). Он заключается в том, что связующего вводится в герметичную полость между матрицей и пуансоном, форма которой повторяет форму предполагаемого к изготовлению изделия, в которой предварительно выложен сухой армирующий материал. Метод RTM-технологии позволяет получать изделия с высоким качеством поверхности на обеих сторонах, покрытых гелекоутом, благодаря которому сиденье стойко к повышенному воздействию ультрафиолета и воды, к тому же отличается твердостью и термостойкостью.

Поскольку прочностные характеристики сидений должны соответствовать мировым требованиям, особенно при проведении олимпиад и чемпионатов мира, к сидениям предъявляются не только высокие требования по прочности, долговечности, стойкости удару, но и требования надежности и прочности крепления сидений к трибуне. Крепление к конструкциям трибун осуществляется с помощью четырех заформованных в стеклопластик втулок болтами, что препятствует их легкому отрыву от трибун. К тому же это позволяет устанавливать сиденье на металлоконструкции каркасного типа или напрямую к бетонным ступенькам, а также и на другие поверхности.

Для спорткомплексов могут применяться 2 основных типа сидений: со спинкой и без. Наиболее удобный и предпочтительным вариантом для зрителей является сидение со спинкой. Использование сидений со спинкой стало возможным именно благодаря применению новых материалов и технологий. Так, если обратиться к истории и вспомнить какие материалы использовались для изготовления сидений до появления композиционных материалов можно упомянуть металлические сидения, а также сидения из дерева, которые не только не имели спинок, но и не имели четкого разделения на индивидуальные посадочные зоны. Однако традиционные материалы имеют еще ряд недостатков, по сравнению со стеклопластиковыми. Так, например, металл сам по себе является холодным материалом и даже в закрытом спорткомплексе происходит значительный дисбаланс температуры сидения и человека. Еще одним недостатком металлических, да и деревянных сидений является их восприимчивость к действию воды и других агрессивных сред, что приводит не только к ухудшению внешних эстетических характеристик сидений, но и снижает их прочностные характеристики. Для деревянных сидений также характерна усадка и коробление. Установка таких сидений затруднительна к тому же они имеют значительные вес и стоимость. В виду выше сказанного, следует отметить, что стеклопластик не подвержен коррозии и инертен к влажности и химически активным средам.

Если рассмотреть современные материалы, то альтернативной стеклопластика является полипропилен. Чтобы сравнить их прочностные и деформативные характеристики и определить оптимальный материал для изготовления сидений, в программе SolidWorks была построена модель сидения для стадиона с указанием

материала (стеклопластик/полипропилен). Эта модель была закреплена так, как это делается в реальных условиях (по четырем точкам болтами М8) и нагружена так, как будто бы на нее сел человек, весом 150 кг, что более чем в 2 раза превышает средний вес человека в России (62 кг.). Ниже, на рисунках 1-4 указано распределение напряжений и смещений на сидении, выполненном из стеклопластика и из полипропилена.

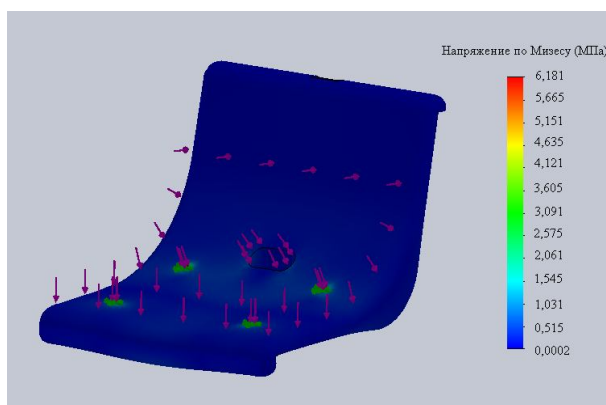


Рисунок 1 – Распределение напряжений сидения, выполненного из стеклопластика

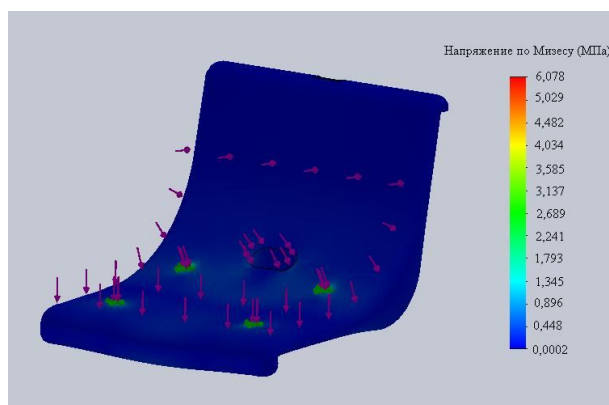


Рисунок 2 – Распределение напряжений сидения, выполненного из полипропилена

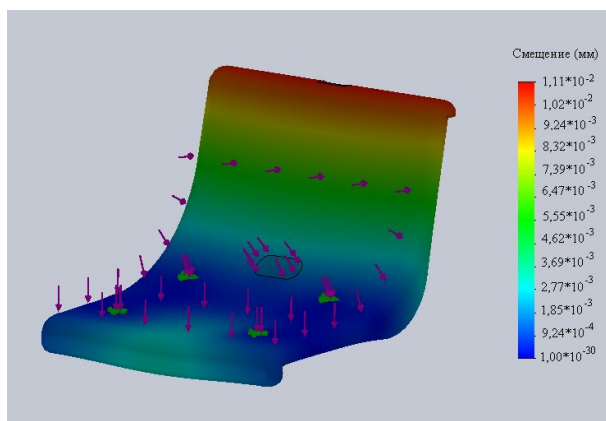


Рисунок 3 – Перемещения в сидении, выполненном из стеклопластика

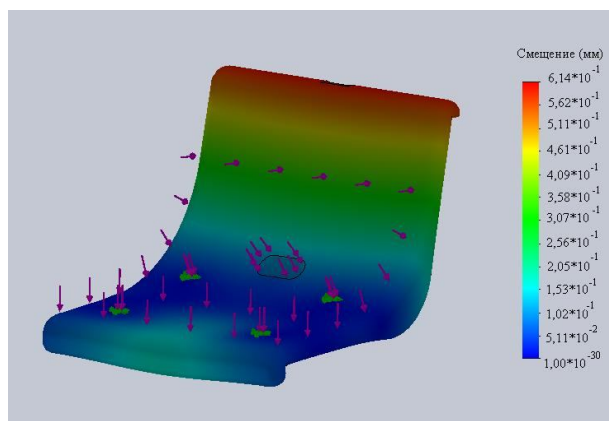


Рисунок 4 – Перемещения в сидении, выполненном из полипропилена

Анализ напряженно-деформированного состояния сидения спортивного комплекса можно представить в виде таблицы:

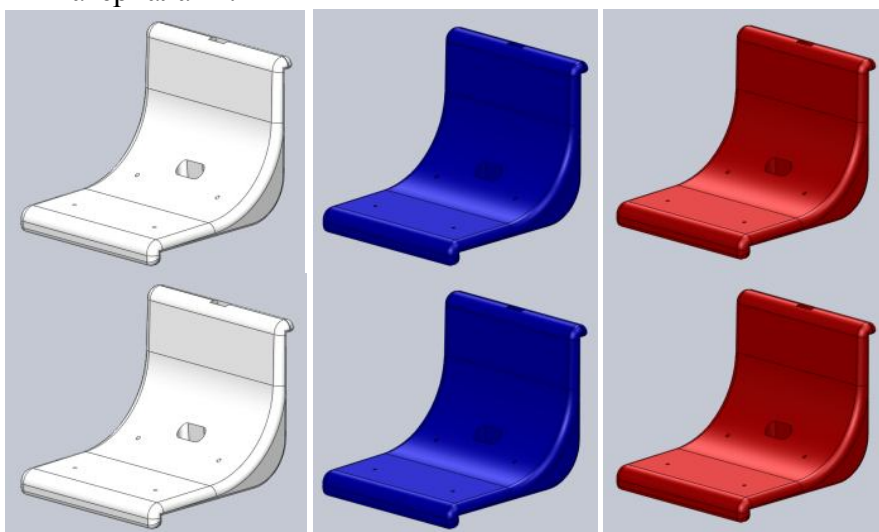
Материал	Масса, кг	Напряжение, МПа		Смещение, мм	
		σ_{\min}	σ_{\max}	Δl_{\min}	Δl_{\max}
Стеклопластик	19,148	0,0002	6,18	0	0,011
Полипропилен	9,734	0,0002	6,08	0	0,614

Из таблицы видно, что конструкция из стеклопластика тяжелее полипропиленовой практически в 2 раза, однако, практически при равных напряжениях, смещение стеклопластиковой модели меньше в 55 раз, что характеризует сидение из стеклопластика как более прочное и надежное. К тому несмотря на свое преимущество в весе полипропиленовое сидение не может работать при низких температурах, так как его температура хрупкости составляет порядка $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кроме того, стеклопластиковое сидение лучше сопротивляется удару. К тому же в виду своего веса стеклопластиковое сидение сложнее оторвать от трибуны. Именно эти причины объясняют целесообразность применения именно стеклопластика, в качестве материала для изготовления сидений.

Подводя итог, можно сказать, что высокая прочность, подтвержденная лабораторными испытаниями при сертификации, а также проверенная на практике на

реальных объектах позволяют гарантировать качество и надежность сидений при эксплуатации. А выбранный способ крепления, обеспечивает высокую стойкость к вандализму. Кроме того, стеклопластиковые сидения имеют широкий диапазон рабочих температур (от -60 до +50), неподвержены коррозии, гниению, короблению, защищены от воздействия ультрафиолетовых лучей, имеют систему оттока воды, просты в монтаже и обслуживании и имеют нумерацию мест. Еще одним преимуществом стеклопластиковых сидений является невысокая стоимость, что является немаловажным фактором, поскольку их количество на стадионах может превышать десятки, а то и сотни посадочных мест.

Сидения изготавливают самых разнообразных цветов, поскольку установка разноцветных сидений в определенной последовательности позволяет получать изображения символики стран: флагов и гербов. А вследствие того, что краситель вводится в состав связующего, исключается необходимость подкраски изделия в течение всего срока службы. Этот факт является еще одним преимуществом стеклопластика над традиционными материалами.



Таким образом, сиденье для стадиона является необходимой составляющей трибуны спортивного комплекса (арены), где проходят соревнования, как местного уровня (стадион СДЮШОР по футболу Алексея Смертина, представленный на фото ниже), так и мирового масштаба, которые соответствуют всем требованиям ФИФА и УЕФА.



Список использованной литературы:

1. Армированные пластики: современные конструкционные материалы, Э. С. Зеленский, А. М. Куперман, Ю. А. Горбаткина, В. Г. Иванова-Мумжиева, А. А. Берлин
2. Современные полимерные композиционные материалы А.А. Берлин, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, статья
3. Фудзии Т., Дзако М.—Механика разрушения композиционных материалов: Пер. с японск.— М.: Мир, 1982.—232с., ил.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%F2%E5%EA%EB%EE%EF%EB%E0%F1%F2%E8%EA>
5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%EE%EB%E8%EF%F0%EE%EF%E8%EB%E5%ED>

ПАЛЕЦ ТРАКА ГУСЕНИЦЫ

Капитоненко Е. Л. – студент группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Палец трака гусеницы – соединительный элемент металлических звеньев гусеницы, которые называются траками. Он вставляется в проушины траков и обеспечивает их шарнирное соединение.

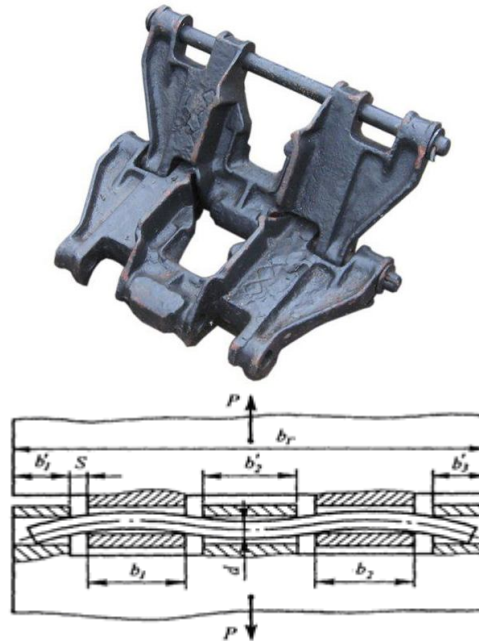


Рисунок 1 – Силы, действующие в шарнире

В процессе работы деталь подвергается растягивающим и изгибающим нагрузкам, которые при начале движения имеют ударный характер, а так же подвергается интенсивному абразивному износу, вследствие попадания грунта в шарнир.

При размерах шарнира 25×390 мм и начале движения трактора ДТ–75 на подъем 30° нагрузка на палец составляет порядка 50000 Н. Поэтому к материалу предъявляются повышенные требования – он должен обеспечивать достаточную прочность, иметь упрочненный поверхностный слой и не должен быть хрупким. Обычно для этих целей применяются легированные марганцем стали 40Г и 50Г с последующей термообработкой в виде закаливания поверхности ТВЧ и 110Г13Л, которая выгодно отличается от предыдущих тем, что под действием нагрузок приобретает наклеп поверхностного слоя, что увеличивает ресурс детали в 8–10 раз при работе на песчаных грунтах.

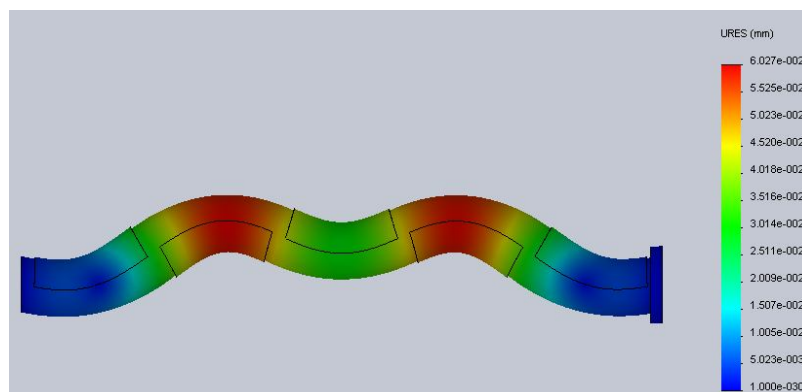


Рисунок 2 – Перемещения в детали в нагруженном состоянии

В качестве замены традиционным материалам можно использовать органопластик, образованный нитями и жгутами органического волокна в связующем – эпоксидной смоле. По сравнению со сталью 50Г прочность при растяжении у органопластика выше в 2–3 раза и прочность при изгибе в 1,5.

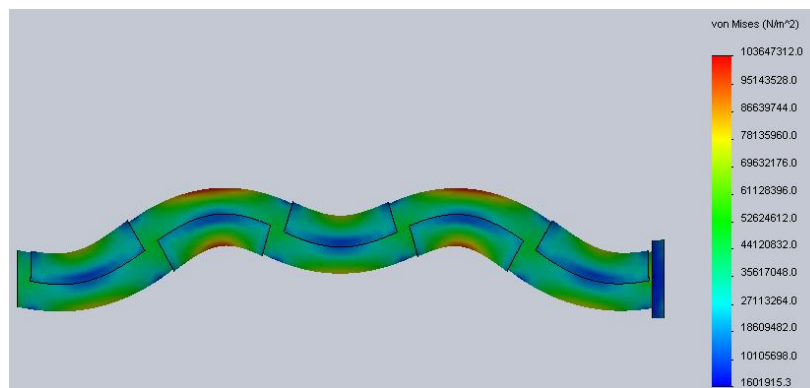


Рисунок 3 – Распределение напряжений

Преимущества: в пальце из композита меньше величина напряжений и деформаций, не подвержен коррозии, имеет меньшую массу, меньше изнашивается в условиях сухого трения, и более стоек к абразивному износу.

Недостатки: высокая стоимость производства, трудность вторичной переработки и на 23% меньшая ударная вязкость.

Список литературы:

1. Иванов, М.Н. Детали машин; М.: – Высшая школа, 2000 г.
2. Берлин А.А. Современные КМ; М.: – Высшая школа, 1995 г.
3. www.wikipedia.org

РАЗРАБОТКА СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК С ПОВЫШЕННЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ананьев М.И. – студент группы ПКМ-01, руководитель – Пахотнов В.П.
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова, ЗАО «ПОЛИАК»
(г. Барнаул)

Потребность в пленочных материалах в различных отраслях агропромышленности непрерывно возрастает. Мировое потребление полимерных материалов, используемых в сельском хозяйстве, достигает двух млн. тонн. Около 50% из них используются в теплицах. Использование тонких полимерных пленок технически и экономически оправдано. Требования к качеству пленки растут вместе с ростом скоростей процессов ее изготовления и с ужесточением конкуренции на рынке гибких полимерных материалов.

Традиционно, наибольшее практическое применение у населения получили однослойные парниковые пленки, для которых характерна неоднородность характеристик по различным направлениям. Менее прочное направление (обычно, поперечное) является слабым местом пленки. Кроме того, во время эксплуатации пленка подвергается таким внешним воздействиям как: свет, влага, ветер, что отрицательно сказывается на сроке службы. Например, срок службы пленки из чистого полиэтилена – не более одного – двух сезонов. Под действием ультрафиолетовых лучей и повышенной температуры пленка

«стареет», и вследствие этого ухудшается ее прочность на разрыв, светопрозрачность и морозостойкость, так как под воздействием ультрафиолетовых лучей пленка теряет эластичность, становится ломкой. Кроме того, поверхность полиолефиновых полимеров (к числу которых относится полиэтилен) является гидрофобной и плохо смачивается водой, поэтому капли воды собираются на поверхности, образуя выпуклую линзу. Капли располагаются на поверхности дискретно и могут соединяться в большие капли, приводя к следующим нежелательным эффектам: понижение светопропускания, что отрицательно сказывается на росте растений и созревании урожая; фокусирование лучей света на растениях, так как капли воды действуют как линзы, и как следствие – ожоги, а, следовательно, – порча урожая.

Наиболее универсальными характеристиками обладают многослойные полимерные пленки, включающие самые различные по своим характеристикам отдельные слои. Такие пленки находят все более широкое распространение. При этом свойства пленки можно серьезно изменить, варьируя общую толщину материала, толщину отдельных слоев и изменяя их порядок в структуре комбинированного материала. Кроме того, отдельные слои в многослойных пленках можно модифицировать специальными добавками.

Следовательно, повышение качества пленки посредством введения функциональных модифицирующих добавок и формирования многослойной структуры (с функционализацией каждого слоя) является актуальной материаловедческой задачей, решение которой позволит продлить срок службы пленочных укрывных материалов.

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что оптимальным решением является пленка, состоящая из трех слоев, суммарная толщина которой составляет 150 мкм. Внешний слой модифицирован светостабилизирующим модификатором, замедляющим старение (процесс деструкции) пленки под воздействием ультрафиолетового излучения. Кроме того, модификатор приводит к формированию структуры на внешней поверхности с углом смачивания меньше 45° . Это способствует эффективному стеканию капель с поверхности (см. рисунок 1). Средний слой – слой немодифицированного полиэтилена. И внутренний слой содержит модификатор – антифог, который предотвращает скапливание конденсата на пленке, за счет формирования структуры поверхностных слоев, угол смачивания которых превышает 90° .

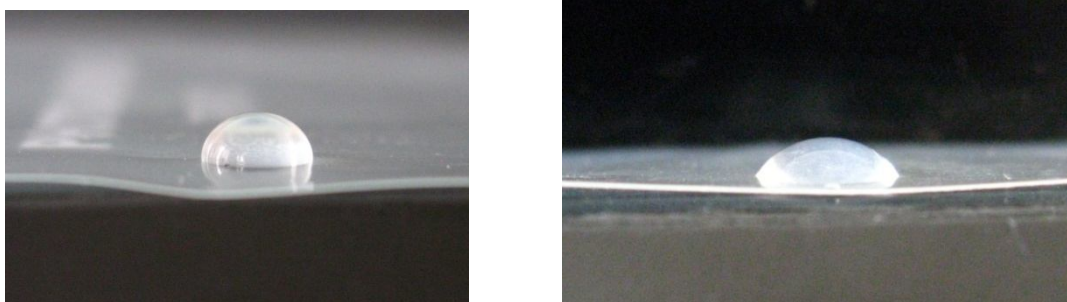


Рисунок 1 – Угол смачивания пленки: а - до модификации, б- после модификации специальными добавками

Модификаторы не только придают дополнительные функции слоям, но и формируют определенным образом надмолекулярную структуру полимера (рисунок 2).

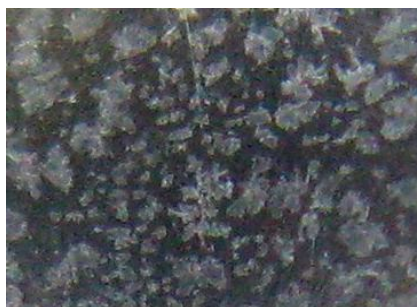


Рисунок 3 – Микроструктура модифицированной пленки ($\times 100$), четко прослеживаются сферолитные надмолекулярные образования, сформированные вокруг частиц модификатора

Изменение в структуре полимера положительно сказывается на его прочностные и деформационные характеристики (рисунок 3).

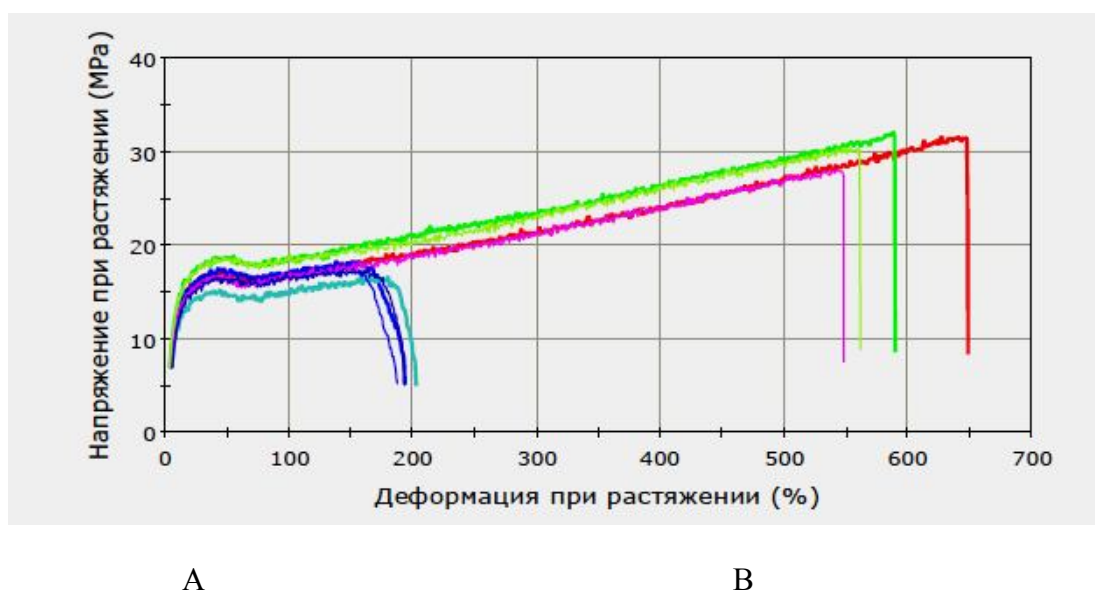


Рисунок 3 – Зависимость напряжения при растяжении пленки от деформации: зона А – пленка без модификации; зона Б – пленка после модификации

В сравнении с отечественными и мировыми аналогами преимущества предлагаемой пленки обусловлены новым комплексом свойств, позволяющим продлить срок службы пленки в 2 -3 раза, применением уникальных наномодификаторов, оптимальным сочетанием цены и качества, многофункциональностью применения, возможностью гибко изменять рецептуру получать пленочные материалы с комплексом свойств необходимых заказчику или определенной группе потребителей.

Возможность коммерциализации и эффективность применения обусловлены тем, что все исследовательские изыскания выполнены по заказу и непосредственном участии одного из крупнейших производителей пленочной продукции в нашем городе и регионе ЗАО «ПОЛИАК».

Свойства разрабатываемой функционально-модифицированной многослойной пленки до и после старения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний стабилизированной трехслойной пленки

№	Показатель	Стабилизированная трехслойная пленка	
		До старения	После старения (500 ч)
1	Предел текучести при растяжении σ_T , МПа	$10,30 \pm 0,35$ $8,70 \pm 0,36^*$	$5,60 \pm 0,61$ $2,00 \pm 0,40$
2	Предел прочности при разрыве σ_p , МПа: в продольном направлении в поперечном направлении	$14,70 \pm 0,53$ $11,00 \pm 0,27$	$8,60 \pm 0,53$ $3,50 \pm 0,44$
		$13,70 \pm 0,53$ $10,00 \pm 0,20$	$5,20 \pm 0,25$ $5,00 \pm 0,20$
3	Относительное удлинение при разрыве ε , %: в продольном направлении в поперечном направлении	$300,00 \pm 0,44$ $600,00 \pm 0,40$	$50,00 \pm 0,61$ $10,00 \pm 0,35$
		$400,00 \pm 0,48$	$62,00 \pm 0,33$

* в знаменателе значения для однослойной пленки равной толщины (по сравнению с трехслойной) из полиэтилена без модификаторов

САЙЛЕНТБЛОКИ ИЗ КАПРОЛОНА

Соломенникова Т.И. – студентка группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Современный автомобиль – это достаточно сложная система, которая состоит из самых различных узлов и агрегатов. Конструкция современного автомобиля просто изобилует различными элементами, которые на первый взгляд могут показаться незначительными и слишком мелкими, чтобы им уделят какое-то внимание. Но пренебрежительное отношение к таким элементам может привести к самым неприятным последствиям. Как раз такими мелкими элементами и являются сайлентблоки.



Рисунок 1– Сайлентблок

Сайлентблок представляет собой устройство, состоящее из двух металлических втулок. При этом одна из втулок вставлена в другую. Пространство между втулками заполнено специальной резиновой вставкой. Сайлентблоки используются для соединения деталей подвески. Благодаря использованию сайлентблоков гасятся колебания, которые передаются от одного элемента подвески к другому. Именно на сайлентблок приходится огромная доля ударных нагрузок, получаемых автомобильной подвеской. Сайлентблок сдерживает достаточно значительные деформации одновременно в разных плоскостях и

направлениях. Помимо этого, он обеспечивает радиальную, угловую и осевую податливость.

Изношенный сайлентблок становится причиной того, что автомобиль на большой скорости начинает уводить в сторону, появляются дополнительные проблемы с управлением, происходит неравномерное истирание шин.

При этом использование резинометаллических шарниров (как еще достаточно часто называют сайлентблоки) не ограничивается одними только подвесками. Резинометаллические шарниры также используются в стабилизаторах, амортизаторах, коробках передач, рычажных креплениях, двигателях и так далее. Значимость сайлентблоков очень сложно переоценить.

Естественно, в процессе эксплуатации резинометаллические шарниры подвергаются высочайшим физическим и техническим нагрузкам. Поэтому существует потребность в постоянном контроле текущего состояния сайлентблоков.

Сайлентблоки изготавливаются в основном из резины, имеющую пористую структуру. В климатических условиях России (перепады температур, погода и т.д.) сайлентблоки имеют минимальный пробег (резина теряет упругость, трескается и рвется). Это выводит из строя детали подвески, разбивает шаровые узлы, что ухудшает управляемость автомобилем и влияет на безопасность движения.

Полимерный сплав, капролон, воплощает в себе лучшие свойства резины и пластика. Он превосходит другие доступные материалы по способности воспринимать ударные нагрузки без остаточной деформации (100-160кДж/м²), поабразивостойкости, с низким коэффициентом сухого трения 0,05

Рассмотрим сайлентблоки, вставка которых выполнена из **резины** из капролона.

Сравнительные характеристики механических свойств представлены в таблице 1:

	Резина	Капролон
Модуль упругости, МПа	1000	4000
Плотность, кг/м ³	960	1120
Предел прочности, МПа	34	90

Из таблицы видно, что полимерный материал капролон по все показателям превосходит такой материал как резина.

При помощи программы SolidWorks был проведен анализ напряженно – деформационного состояния сайлентблока при использовании капролона и резины (рис.2а, б).

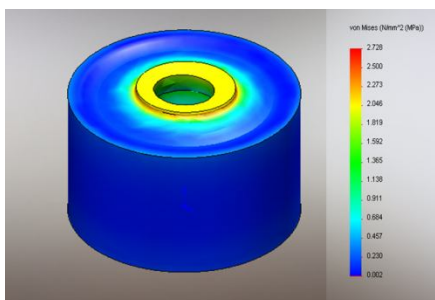


Рисунок 2а – Сайлентблок из резины

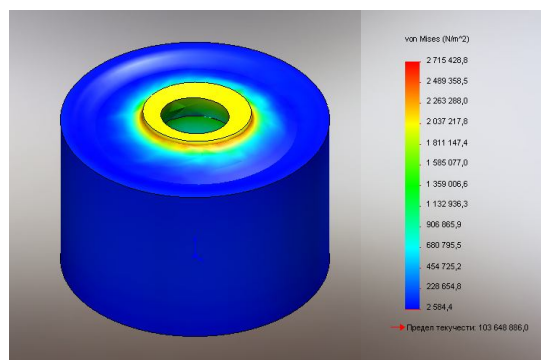


Рисунок 2б – Сайлентблок из капролона

На основании анализа можно сделать вывод, что характеристики, указывающие на результаты усилий и перемещений существенно отличаются – это выражается в большем значении минимального запаса прочности детали, следовательно, и в увеличении несущей способности сайлентблока при использовании капролона. Также следует отметить и больший показатель усилий у капролона, значит, этот материал способен выдержать большую нагрузку, по сравнению с резиной.

Литература:

1. <http://www.delta-auto.ru/articles/saylentbloki-i-kak-ih-primenyat.php>
2. http://kaprolon-alvis.ru/mech_sv.html
3. <http://www.hyperauto.ru/articles/detail.php?ID=671>

СНОУБОРД ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Татаринцева С.В. – студентка гр. ПКМ-91, Головина Е. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Сноуборд представляет сборную сэндвич конструкцию, основная часть которой чаще всего изготавливается из дерева или пеноматериалов, либо из сочетаний первого и второго. Она называется сердцевинной и располагается между нижней скользящей частью и верхом несущим слоем. Сердцевина сноуборда определяет распределение жесткости по длине доски (кривую изгиба), отдачу, долговечность, вибрационные и прочие характеристики.





Рисунок 1 – Модель сердцевины сноуборда.

При катании на неподготовленном склоне часто сноуборды разламываются. Происходит это из-за ударов о жесткие горные породы, наст или лед. Для предотвращения таких повреждений целесообразно заменить деревянную несущую часть сноуборда на стеклопластиковую т.к. стеклопластик обладает высокими, прочностными характеристиками и довольно легкий.

Помимо разлома возможны повреждения сноуборда такие как:

- механические, удары при катании на неподготовленных склонах;
- появление трещин;
- откол частей доски;
- раздробленность скользящей части;
- истирание скользящей поверхности;

Диапазон температур при эксплуатации сноуборда от -2° до -25° °С. Нагрузки меняются в зависимости от веса спортсмена и скорости, которую он может развить.

Стеклопластики являются одними из самых недорогих и доступных материалов, в сравнении с другими композитами. Преимущества стеклопластика перед деревом довольно высоки: низкая теплопроводность, способность выдерживать низкие температуры без ухудшения свойств, стеклопластик не подвержен органическому разрушению, имеет стойкость к истиранию, механическим повреждениям воздействию агрессивных химических сред.

Стеклопластик имеет малый удельный вес, превосходят древесину по прочности, атмосферостойкости, влагостойкости. Плотность стеклопластика: $1800-1900 \text{ кг/м}^3$, модуль упругости 55 ГПа, предел прочности 1700 МПа.

Исходя из вышеперечисленных моментов целесообразно рассмотреть возможность замены деревянной сердцевины на стеклопластиковую.

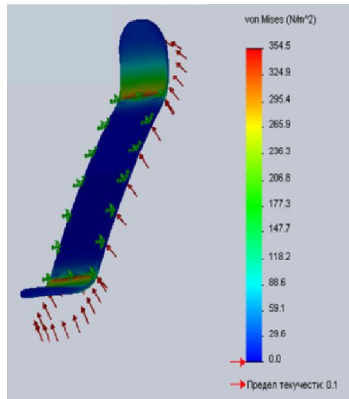


Рисунок 2 - Распределение напряжений в сердцевине, изготовленной из древесины.

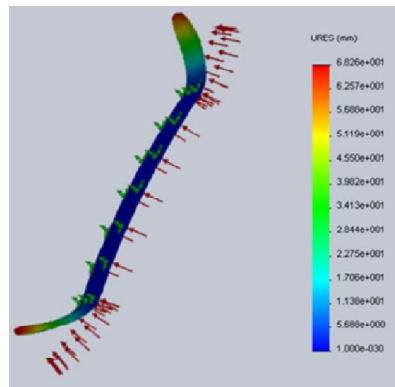


Рисунок 3 – Перемещения в сердцевине, выполненной из дерева.

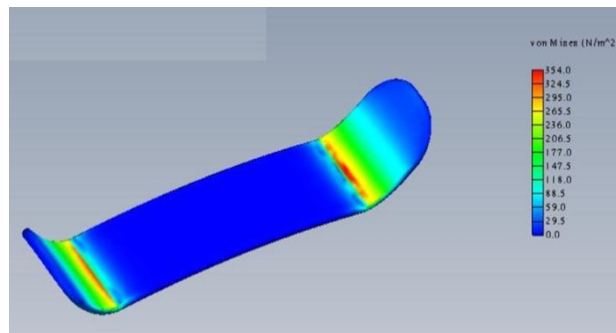


Рисунок 4 - Распределение напряжений в сердцевине изготовленной из древесины.

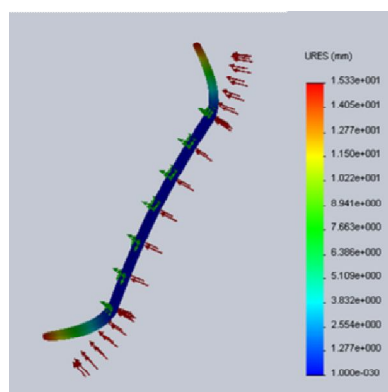


Рисунок 5 – Перемещения в сердцевине выполненной из стеклопластика.

Анализ напряженного состояния и распределения полей деформации сердцевины, изготовленной из дерева и из стеклопластика показал эффективность замены традиционного материала на композиционный.

Стеклопластиковая сердцевина обеспечит в несколько раз лучшую защиту сноуборда от полного разлома, чем сердцевина сделанная из дерева.

Применение стеклопластиковых деталей в конструкции сноуборда приводит к увеличению жесткости изделия, делает его в несколько раз более прочным и увеличивает срок службы готового изделия. Помимо этого улучшает посадку креплений на доску, благодаря высокой плотности, увеличивает диапазон рабочих температур. Такие доски можно использовать для профессионального катания в экстремальных условиях, так как они могут гарантировать целостность изделия.

Стеклопластик выгоден в применении для изготовления спортивного снаряжения и инвентаря.

Таким образом, применение композитов в составе конструкции сноуборда позволяет значительно повысить его эксплуатационные характеристики.

СТОЙКА СТАБИЛИЗАТОРА

Зенков П. Ю. – студент группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Цель данной статьи

Цель данной статьи – создание максимально надежной, прочной и легкой конструкции из композиционного материала с более лучшими показателями, чем у традиционно применяемой стали.

Введение

Понятно, что каждый из элементов и компонентов подвески автомобиля помимо выполнения своих сугубо специфических функций опосредованно отвечает и за безопасность передвижения в целом. И лишь для одного узла приоритетной задачей является прямое обеспечение этой самой безопасности (а заодно и комфортности). Речь идет о стабилизаторе, и в основном о его стойках (Приложение 1, рисунок 1).

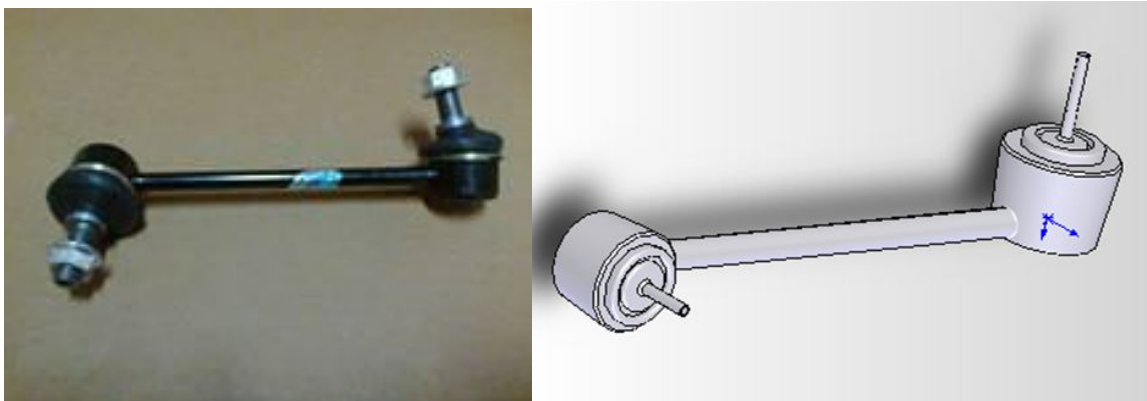


Рисунок 1 – Стойка стабилизатора поперечной устойчивости

Итак, стабилизатор поперечной устойчивости (иногда его еще называют «курсовой») – одна из самых, на первый взгляд, примитивных деталей автомобиля. Он представляет собой U-образную штангу с изогнутыми под определенным углом концами. Из-за специфического расположения некоторых агрегатов и узлов автомобиля, находящихся в нижней части кузова, не всегда возможно сделать центральную часть этой штанги прямой, поэтому на многих моделях встречаются более сложные ее конфигурации. Производят стабилизаторы, как правило, из цилиндрического профиля,

используя в качестве материала специальную сталь, способную при скручивании работать как упругий элемент по принципу торсиона.

Стойки стабилизатора могут иметь разную конструкцию. В любом случае это будет некая центральная часть, выполненная из металла или пластика на концах которой имеются крепежные узлы, представляющие собой либо два шаровых шарнира, либо шарнир и втулку, либо две втулки, либо шарнир с одной стороны и резьбу с другой.

Что же касается ресурса стоек стабилизатора, то здесь сказать что-то определенное достаточно сложно. Это слишком субъективный момент - все зависит от условий езды. На машинах, эксплуатирующихся в городе на хорошем асфальте, стойки «живут» дольше, в сельской местности - меньше. Плюс определенные корректировки вводит состояние смежных деталей подвески: рычагов, амортизаторов и т. д.

В Германии, например, дают гарантию на усиленные стеклопластиковые стойки 100 тыс. км или 2 года. Но, допустим, в Италии такие условия по некоторым причинам не проходят. Да и в России – тоже. Дороги – самый главный фактор, по результатам тестов стойки из стеклопластика выдерживают 120 тыс. км, когда «пробег» стоек выполненной из углеродистой стали в 2,5-3 раза меньше.

Применение композитов, благодаря анизотропии их деформационно-прочностных свойств дает возможность создавать конструкции с заданным распределением прочности и жесткости. Итак, рассмотрим стойки стабилизатора выполненные из углеродистой конструкционной стали и стеклопластика. Сравнительные характеристики механических свойств представлены в таблице 1:

	Углеродистая сталь	Стеклопластик
Масса изделия, г	1280	328
Модуль упругости, ГПа	0,68	50 –70
Плотность, кг/м ³	7,85	2 - 2,2
Предел прочности, МПа	390	1200–2300

По материал данной таблицы можно сделать промежуточный вывод о механических свойствах материалов, по средствам анализа которых видно, что стеклопластиковая конструкция превосходит свой аналог из стали практически по всем характеристикам, единственное, что останавливает производителя внедрить в автомобиль изделие из КМ – сложность технологического процесса формования данной конфигурации. Путь, который позволит прийти к компромиссу между ценой детали (в том числе и стоимость её производства) и надежность конструкции, частично затронут ранее – это формование основы из стеклопластика с включение отдельных шарнирно – резьбовых элементов.

Подробнее рассмотрим опасные сечения, которые принимают на себя высокиесжимающие и сдвиговые нагрузки. Рассмотрим стойку стабилизатора спроектированную в программе SolidWorks (рисунок 2) и соответственно закрепленную и подвергнутую нагрузкам соизмеримым с реальными.

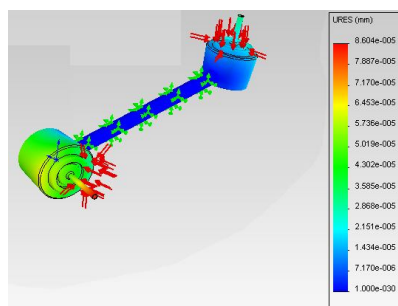


Рисунок 2 – Закрепление и расположение нагрузок оказываемых на стойку

Как видно из рисунка 3, области подверженные максимальному давлению (2040 Н) находятся у основания прилива продольной штанги, имеющей круглое сечение, и крепежного узла. Характер деформаций, как видно из рисунка, находится в безопасной зоне, – разрушение не последует, а значит даже при серьезных нагрузках, в случаи аварий, будет выполняться условия по безопасности и надежности конструкции. Запас прочности элемента равен 6,4.

Характер деформаций и зона напряжений показанные на рисунке 3 находятся в «зеленой зоне», – т.е. не представляют опасности для элемента узла в случае его нагружения весом до 2040 Н. Запас прочности элемента по оценке приложения CosmosExpress равен 5,7, что дает уверенность использовать данный элемент в с достаточным запасом безопасности.

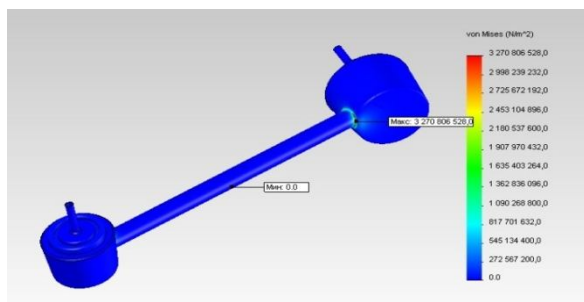


Рисунок 3 – Зона напряжений

Вывод

Из данной статьи можно сделать вывод, что целесообразно применение композитный материал, в данном случае стеклопластик, взамен стали. Который при 80% замещении стали в рассматриваемой конструкции, позволяет снизить вес изделия в 2 – 2,5 раза, повысить безопасность водителя и пассажиров, увеличить на 300% запас надежности, а значит в полной мере оправдать затраты на формование стойки и внедрение её в подвеску автомобиля.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

Шушков К. А. – студент группы ПКМ-91, Головина Е. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура всё чаще используется в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Уникальная технология производства арматуры позволяет получить высококачественный строительный материал, отвечающий всем современным требованиям надежности, качества и безопасности. Стоит также отметить, что композитная арматура довольно неприхотлива к условиям эксплуатации. Арматура может использоваться при различных температурных режимах, от -70 и до +100 градусов Цельсия. Однако растущий спрос на данный материал обусловлен, прежде всего, тем, что арматура из стеклопластика практически не подвержена коррозии и имеет более длительный срок службы. ТУ 5769-248-35354501-2007. Сертификат соответствия Госстандарта России № РОСС RU.СЛ65.Н01135

Новым армированным элементом для выполнения строительных работ является высокопрочная неметаллическая арматура из композитных материалов. Неметаллическая арматура выпускается в виде стержневой со спиральной рельефностью любой строительной длины из стеклянных или базальтовых волокон, пропитанных химически

стойким полимером. Арматура, изготовленная из стеклянных волокон, называется стеклопластиковой АСП, а из базальтовых волокон – АБП. Композитная арматура прошла коррозионные и физико-механические испытания в НИИЖБ (г. Москва). По результатам длительных исследований долговечность строительных конструкций с использованием арматуры составляет не менее 100 лет. Такая долговечность обусловлена высокой химической стойкостью арматуры ко всем известным агрессивным средам – газовая среда, повышенных концентраций, хлористые соли.

Арматура неметаллическая композитная периодического профиля базальтовая - это перспективный композитный материал, имеющий широкий спектр применений в строительной индустрии. Технические характеристики позволяют применять АБП и АСП в промышленно-гражданском и дорожном строительстве, для усиления мостов, в ограждающих конструкциях, при строительстве взлетно-посадочных полос, причалов, сухих доков, укреплений прибрежной полосы, подвергаемых в процессе эксплуатации действию общей коррозии и агрессивных сред. Снижение стоимости строительных конструкций достигается за счет использования неметаллической арматуры меньших диаметров по сравнению с металлической арматурой. Кроме того из-за отсутствия коррозии арматуры повышается долговечность работы изделия, сокращаются или ликвидируются дорогостоящие ремонтные работы.

Таблица 1 – Основные характеристики композиционной арматуры

Прочность на разрыв в 2 раза выше прочностных характеристик стальной арматуры
Нержавеющий материал
Арматура не гнется (имеет более упругие свойства)
Неэлектропроводная - является диэлектриком
Радиопрозрачна
Магнитоинертна
Не теряет свои прочностные свойства под воздействием сверхнизких температур
Легче металлической арматуры в 5 раз, а при равнопрочной замене в 9 раз
Любая строительная длина
Экономическая целесообразность (сокращение затрат на транспортировку)
Небольшой удельный вес: в 4 раз легче стальной арматуры
Уникальная химическая стойкость (калийная среда, соляная кислота, щелочи, морская вода и другие агрессивные среды)
Низкая теплопроводность
Трудногорючесть - не выделяет при пожаре сильнодействующего газа – диоксида
Температура эксплуатации: -70 °С - +150 °С
Большой межремонтный период для конструкций
Повышение эксплуатационной надежности и долговечности конструкций и изделий
цена на базальтопластиковую арматуру не много превышает стоимость металлическую

Таблица 2 – Сравнительная характеристика металлической и стеклопластиковой арматуры

Характеристики	Металлическая класса А-III (А400С)	Арматура композитная полимерная стеклопластиковая (АКС)
Материал	Сталь	Стеклорвинг, связанный полимером на основе эпоксидной смолы
Предел прочности при растяжении, МПа	390	1000
Модуль упругости, МПа	200 000	55 000
Относительное удлинение, %	25	2,2
Плотность, т/м ³	7	1,9
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Коррозирует	Нержавеющий материал
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводная

Электропроводность	Электропроводна	Неэлектропроводная - является диэлектриком
Выпускаемые профили, мм	6 - 80	4 - 20
Длина	Стержни длиной 6-12 м	В соответствии с заявкой покупателя. Любая строительная длина. Возможна поставка в бухтах.
Экологичность	Экологична	Не токсична, по степени воздействия на организм человека и окружающую среду относится к 4 классу опасности (малоопасные)
Долговечность	В соответствии со строительными нормами	Прогнозируемая долговечность не менее 80 лет
Параметры равнопрочного арматурного каркаса при нагрузке 25 т/м	При использовании арматуры 8 А-III размер ячейки 14Ч14 см. Вес 5,5 кг/м	При использовании арматуры 8 АКС размер ячейки 23Ч23 см. Вес 0,61 кг/м. Уменьшение веса в 9 раз

Таблица 3 – Основные физико-механические характеристики однонаправленных стеклопластиковых стержней

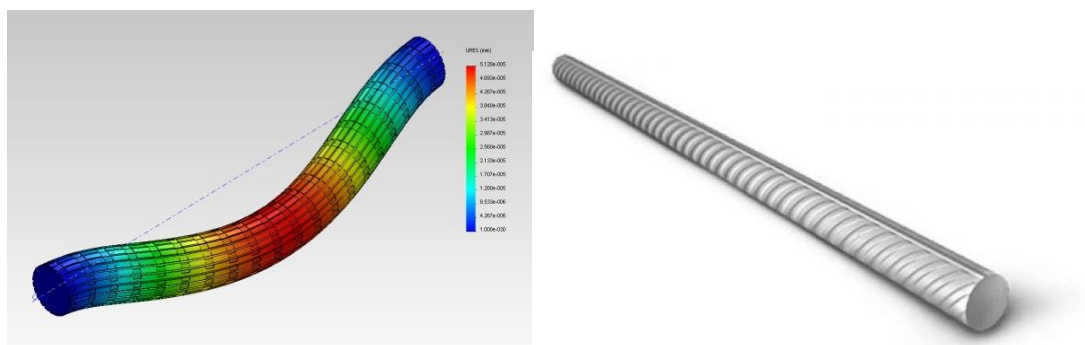
Плотность, кг/м ³	1950...2200
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м Ч К)	0,46...0,5
Коэффициент линейного расширения, К -1	(0,55...0,65)·10 ⁻⁵
Водопоглощение, %, не более	0,05
Тангенс угла диэлектрических потерь	0,045...0,055
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не менее	1,0 Ч 10 ¹⁵
Диаметр, мм	От 2 до 10
Предел прочности при поперечном изгибе, МПа, не менее	1585
Предел прочности при растяжении, МПа, не менее	1000
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее	820
Модуль упругости при растяжении, МПа, не менее	50 000
Предел прочности по напряжениям сдвига вдоль волокон при поперечном изгибе арматуры	не менее 35 МПа
Предел прочности при срезе арматуры поперек волокон, МПа, не менее	185
Температура стеклования связующего, °С, не менее	89

Проведем испытания строительной арматуры сделанной из стали и стекловолокна в программе SolidWorks.

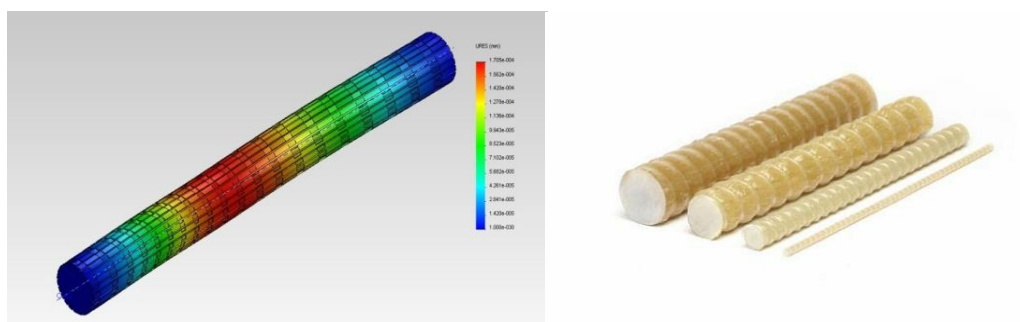
Свойства материалов, из которых сделана деталь:

Параметры	Сталь	Стекловолокно
Название	30ХГС	Стекловолокно
Тип модели	Линейный Упругий Изотропный	Линейный Упругий Изотропный
Критерий прочности	Максимальное Напряжение	Максимальное Напряжение
Предел текучести	0,95 ГПа	1.7 ГПа
Предел прочности при растяжении	1.05 ГПа	4.25 ГПа
Масса до испытаний	1.59 кг	0.56 кг
Объем	0,2 10⁻³ м³	0,2 10⁻³ м³
Плотность	7850 кг/м³	2540 кг/м³
1.59 кг	1.59 кг	0.51 кг

Сталь 30ХГС



Стеклопластик



Вывод: Имитационные испытания в программе SolidWorks стеклопластиковой арматуры по сравнению со стальной показали лучшие результаты при сжатии стержня и его деформировании. Таким образом, замена традиционной стальной арматуры на стеклопластиковую целесообразна по экономическим и эксплуатационным показателям.

Список литературы

1. <http://ts-project.ru/articles/7-blog/12-zamena-stalnoy-armaturi-na-stekloplastikovuu>
2. <http://www.a-beton.com/stati/sovremenniy-analog-metallicheskoy-armaturi>

ТОРМОЗНОЙ ДИСК

Швец А.С.– студентка группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Цель данной статьи – создание максимально надежной, прочной и легкой конструкции из композиционного материала с более лучшими показателями, чем у традиционно применяемой стали.

Введение

Эффективные и надежные тормоза - это основной элемент безопасности современного автомобиля. Если надежность обеспечена конструкцией привода, то эффективность зависит от конструкции тормозов. Особый интерес представляют дисковые тормоза. Их стали применять с 1953 года на автомобилях и первой их применила фирма Jaguar, которая уже имела опыт в использовании дисковых тормозов на гоночных автомобилях.

В последнее время дисковые тормоза устанавливают на всех колесах. Достоинством таких тормозов является их меньший перегрев, а значит в тяжелых

условиях, а, следовательно, и высокая работоспособность, если учесть рост средних и максимальных скоростей движения. К тому же в дисковых тормозах имеется небольшое количество деталей, что значительно упрощает в производстве применение сборочных автоматов.

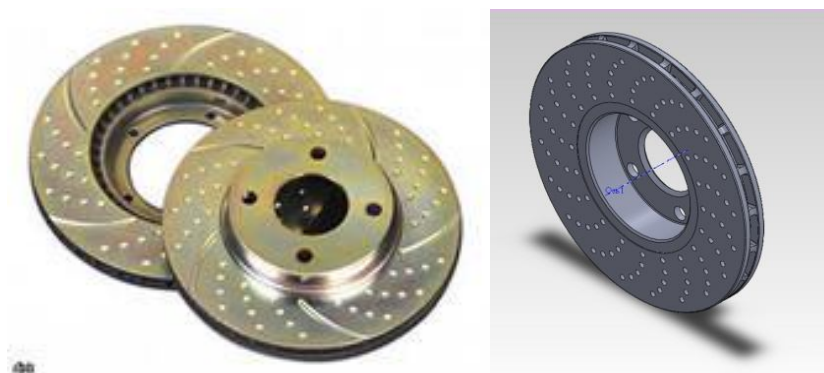


Рисунок 1- Тормозной диск

Чаще всего дисковые тормоза устанавливают на передних колесах. 60% тормозного усилия приходится на тормоза передних колес. При этом существует проблема перегрева дисков вследствие длительных нагрузок, которые возникают при активной езде и частых торможениях на высоких скоростях. При перегреве тормозного диска эффективность торможения резко падает, и эту проблему необходимо решать.

Для тормозных дисков и барабанов чаще используют перлитный чугун, из-за его высокой износостойкости.

Реже можно встретить диски, которые изготовлены из композитных материалов. Несмотря на механическую твердость и хорошую теплопроводность, высокая стоимость сдерживает их широкое распространение. Вес тормозного диска из композита на порядок меньше металлического, коэффициент трения на порядок выше, а рабочий диапазон, ограничивающийся на обычных тормозах 500-600 °С, здесь простирается далеко за отметку в 1000 °С. Композитные диски не коробятся, а снижение неподрессоренных и вращающихся масс положительно сказывается на ходовых качествах автомобиля. Нормально диски начинают работать только после хорошего прогрева: до этого коэффициент трения тормозов даже ниже обычных. Нельзя забывать и об удобстве управления замедлением: если с традиционными тормозами все просто и понятно, то здесь контролировать замедление сверхсложно.

Рассмотрим тормозные диски выполненные из **чугуна СЧ10** и из **углеродного жгута и эпоксидной матрицы**.

Сравнительные характеристики механических свойств представлены в таблице 1:

	Чугун СЧ10	Углеродный жгут и эпоксидная матрица
Масса изделия, г	18,5	3,9
Модуль упругости, МПа	700	70
Плотность, кг/м ³	6,8	2
Предел прочности, МПа	250	1500

Из таблице видно, что композитный материал по все показателям превосходит такой материал как чугун.

Далее рассмотрим опасные сечения, которые принимают на себя высокие сжимающие и сдвиговые нагрузки. Рассмотрим тормозной диск, проектируемый в программе SolidWorks.

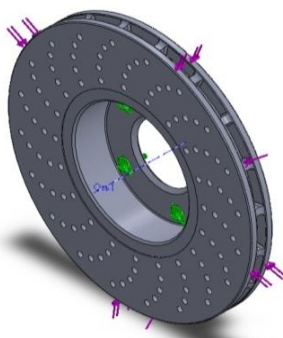


Рисунок 2 –Расположение нагрузок оказываемых на диск

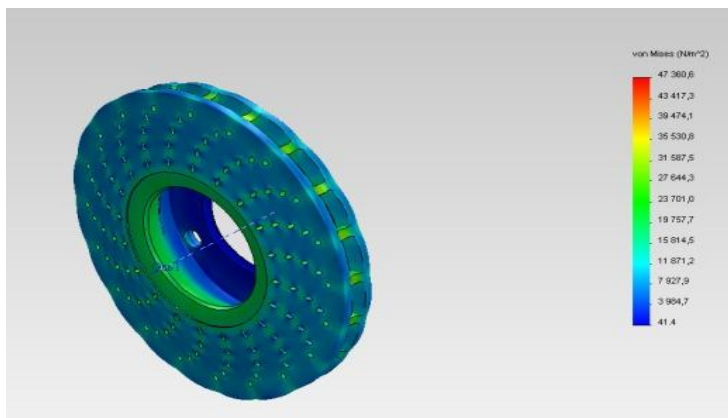


Рисунок 3- Зона напряжений

Из рисунка 3 видно, что максимальное напряжение составляет 47360,6 Па. Запас прочности будет составлять 6,7, что дает уверенность использовать данный элемент с достаточным запасом безопасности.

Вывод: Из данной статьи видно, что композит превзошел аналог из чугуна. Деталь стала в 2 раза легче, возрос коэффициент трения и была решена такая проблема, как перегрев.

КРОВЛЯ ИЗ СОВРЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА «КЕРАМОПЛАСТ»

Викторов В. В. – студент группы ПКМ-91, Е.А. Головина – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

«Керамопласт» – перспективный экологически чистый продукт, применяемый в устройстве кровли, имеющий уникальные свойства, который может заменить асбест, металл, дерево, битум. Имеет высокие физико-механические показатели, а также стойкость к воздействию различных агрессивных сред.

«Керамопласт» – изготавливается на базе синтетических и природных компонентов, формируемый под воздействием высокой температуры и большого давления, получаемый кровельный материал имеет высокую плотность, прочность, звукоизоляцию, атмосфероустойчив, экологичен, не подвержен коррозии.

«Керамопластовые» изделия применяются для наружной отделки зданий и сооружений. При монтаже и в обслуживании не требует больших материальных затрат, легок в обработке, высокая ремонтпригодность, быстрый и удобный монтаж.

Листы и детали представляют собой прочные, экологически чистые, композиционные строительные материалы, производимые в России. Изготовлены из натуральных природных минералов (керамический наполнитель), полиафинов, пигментов (краситель) и технологических добавок; такая комбинация имеет много преимуществ над другими строительными материалами. Натуральные минералы – делают материал твёрдым, стойким к ударам и повреждениям, полиафины – надёжно и плотно скрепляют природные минералы, пигменты – обладающие особой совокупностью красящих свойств, вводятся непосредственно в массу, материал окрашивается по всей толщине.

Характеристики и преимущества

- производятся из экологически чистых материалов;
- не содержат вредных для здоровья веществ;
- имеют уникальную механическую прочность;
- возможность многократного использования;
- выдерживают экстремальные снеговые и ветровые нагрузки;
- стойки к суровому морскому и прибрежному климату, к соленым туманам, к повышенной влажности;
- не подвержены гниению и коррозии;
- высокая стойкость к химическим веществам, кислотным, щелочным и агрессивным средам;
- окрашены по всей толщине высококачественными пигментами;
- обладают теплоизоляционными свойствами;
- обеспечивают прекрасную защиту от внешних шумов (дождя, града);
- возможность эксплуатации при экстремально высоких или низких температурных нагрузках;
- материалам можно придавать желаемую форму (путем нагрева места изгиба);
- легко режутся, пилятся (любым деревообрабатывающим инструментом);
- при монтаже и обслуживании не требуют больших материальных затрат;
- высокая ремонтпригодность.

Сравнительная характеристика кровельных материалов.

Кровельный лист Керамопласт.

Полимер с керамическим наполнителем. Масса 1 м^2 – 6 кг. Долговечность до 30 лет. **Преимущества:** 1. хорошая звукоизоляция, 2. низкая теплопроводность, 3. противостоит лавинообразному сходу снега, 4. гибкий, 5. легко пилится, 6. невысокая стоимость изделия, 7. укладка на крыши любых форм, 8. простота монтажа (не требует специальных навыков), 9. низкая цена на монтаж кровли и обустройство подкровельного пространства, 10. не поддается коррозии, 11. большой выбор цветовой гаммы, 12. высокая ремонтпригодность. **Недостатки** – нет.

Металлочерепица.

Оцинкованная сталь с полимерным покрытием. Масса 1 м^2 – 4,5-5 кг. Долговечность до 30 лет. **Преимущества:** 1. быстрая укладка на простых крышах, 2. богатая цветовая гамма. **Недостатки:** 1. большие отходы на сложных крышах, 2. низкая шумоизоляция (от порыва ветра и дождя создает сильный шум), 3. тонкий слой краски на рабочей поверхности, что сказывается на цветоустойчивости изделия к солнечным лучам, 4. коррозия, 5. требует специальных навыков при монтаже кровли, 6. требует бережного отношения при монтаже и эксплуатации.

Шифер.

Портландцемент, асбест. Масса 1 м^2 – 9,8 кг. Долговечность до 20 лет. **Преимущества:** 1. низкая стоимость, 2. простота монтажа. **Недостатки:** 1. слишком ломкий, 2. тяжелый, 3. малый выбор цветовой гаммы

Еврошифер и его аналоги.

Дистиллированный битум, целлюлозные волокна, минеральные вещества, термоотверждающая смола. Масса $1 \text{ м}^2 - 6 \text{ кг}$. Долговечность до 15 лет. **Преимущества:** 1. легкость монтажа, 2. отсутствие хрупкости, 3. устойчивость к коррозии, плесени. **Недостатки:** 1. окрашен тонким слоем краски, 2. малый срок эксплуатации.

Гибкая битумная черепица.

Органическая основа и модифицированный битум. Масса $1 \text{ м}^2 - 8 \text{ кг}$. Долговечность до 30 лет. **Преимущества:** 1. хорошая звукоизоляция, 2. низкая теплопроводность, 3. противостоит лавинообразному сходу снега. **Недостатки:** 1. требует дорогостоящей сплошной обрешетки и создание дорогостоящего подкровельного пирога, 2. в зависимости от температуры имеет ограничение по монтажу, 3. при резких перепадах температуры в местах стыка возможно образование трещин, 4. при эксплуатации требует бережного обращения.

Керамическая черепица.

Глина. Масса $1 \text{ м}^2 - \text{от } 32 \text{ кг}$. Долговечность более 100 лет. **Преимущества:** 1. экологичность, 2. негорючесть, 3. практически не требует ремонта, 4. укладка на крыши любых форм, 5. высокая шумоизоляция. **Недостатки:** 1. высокая цена на черепицу.

Медная кровля.

Медь 99,9%. Масса $1 \text{ м}^2 - 6-7 \text{ кг}$. Долговечность более 100 лет. **Преимущества:** 1. долговечность, 2. экологичность, 3. почти не требует обслуживания и ремонта. **Недостатки:** 1. Высокая стоимость на изделие и монтаж кровли, 2. низкая шумоизоляция.

Кровля ПВХ.

Поливинилхлорид. Масса $1 \text{ м}^2 - 5 \text{ кг}$. Долговечность до 30 лет. **Преимущества:** 1. прозрачность, 2. легко монтируется, 3. легкий, 4. устойчивость к перепадам температуры. **Недостатки:** 1. может применяться только для навесов, козырьков, теплиц и т.д., 2. хрупкий, пробивается градом.

Список литературы:

1. <http://www.keramoplast.ru/effektivnost>
2. <http://www.metallocherepitsa.org/keramoplast-praktichnaya-novinka/>
3. <http://domstroj24.ru/video/keramoplast-montazh-i-ustanovka-krovli.html>

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ В ДВУХСТУПЕНЧАТОМ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ

Макарова Н.А. – аспирант, Яковлев В.И. – к.т.н., Ситников А.А. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Технологии модификации поверхности служат для восстановления поверхности детали или придания ей особых свойств путем нанесения дополнительного покрытия [6]. Поверхностные покрытия занимают все более важную роль в промышленности. Это обусловлено повышением энергоэффективности и увеличением срока службы конструкций с напыленными покрытиями. Газотермическое напыление занимает уникальное положение в спектре технологий модификации поверхности по сравнению с другими технологиями нанесения покрытий, такими как гальванопластика [3]. Методом газотермического напыления можно наносить металлы, сплавы, керамические материалы, пластики и композиты [4].

Газотермическое напыление (ГТН) – это процесс нагрева, диспергирования и переноса конденсированных частиц распыляемого материала газовым потоком и формирование на подложке компактного слоя материала [6].

Существует несколько методов ГТН, хорошо зарекомендовавших себя в решении различных задач напыления. На рисунке 1 представлена сравнительная диаграмма наиболее распространенных методов ГТН в зависимости от скорости, до которой разгоняются напыляемые частицы и температуры их нагрева [5].

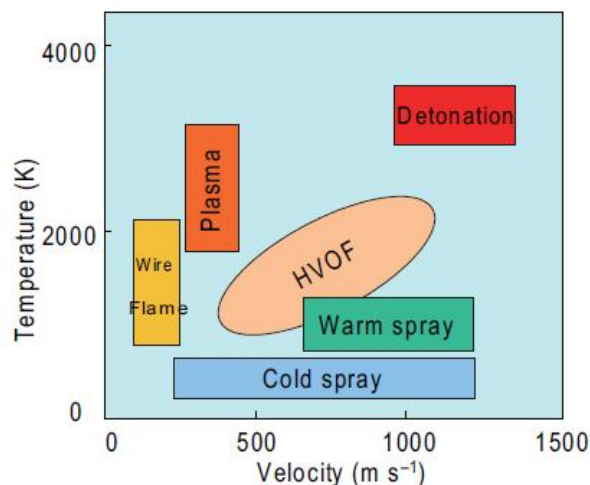


Рисунок 1 – Диаграмма методов ГТН в зависимости от скорости (Velocity) и температуры (Temperature) частиц, где wire flame – газопламенное напыление, plasma – плазменное напыление, detonation – детонационное напыление, HVOF – высокоскоростное напыление, cold spray – холодное напыление, warm spray – «теплое» напыление

Каждый из существующих методов хорошо зарекомендовал себя применительно к определенным типам задач. При этом потребности производства диктуют необходимость разрабатывать новые способы нанесения покрытий [4].

Так, японские ученые Сэидзи Курода, Дзин Кавакита, Макото Ватанабэ (Национальный институт материаловедения) и Хироси Катанода из г. Кагошима успешно применили [3] подход к нанесению покрытий, заключающийся в разгоне частицы до скоростей, достаточных для достижения уровня кинетической энергии, достаточного для пластичного взаимодействия с подложкой. Warm spraying («теплое» напыление) – метод напыления, идея которого основана на смешении инертного газа (азота) и реагирующей смеси для контроля над температурой частиц [2].

Исследователями продемонстрированы возможности данного метода при напылении титана [1,2,3]. При этом отмечают значительные недостатки метода, такие как значительное количество паров воды, непрореагировавшего топлива и кислорода [3].

Авторами была разработана методика проведения виртуального эксперимента по процессу распространения детонационной волны в камере и стволе устройства для детонационного напыления и проведено исследование скорости распространения потока в двухступенчатой детонационной камере. Исследование проводилось конечно-элементной методикой Вычисляемая жидкостная динамика (Computational Fluid Dynamics - CFD) в среде Ansys Workbench.

Конструкция установки преследует две цели: добиться максимальной скорости продуктов реакции и снизить температурное влияние на частицы напыляемого порошка.

Для увеличения скорости продуктов реакции используется прием профилирования канала, т.е. добавления в схему устройства турбулизирующих камер. На рисунке 3 показаны результаты виртуального эксперимента над моделями устройства с одной турбулизирующей камерой. Как было показано в [7] использование более двух камер нецелесообразно.

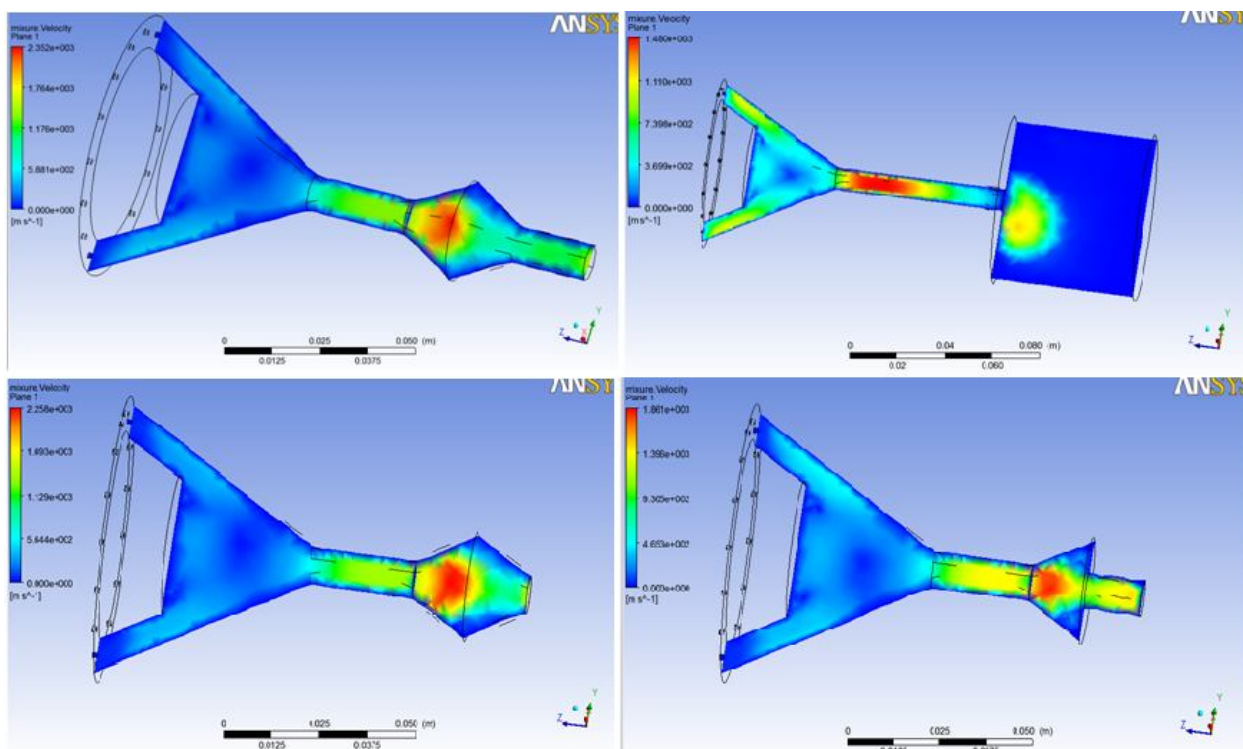


Рисунок 3 – конструкции устройства для детонационного напыления покрытий: а) с двумя стабилизирующими участками и конусно-обратноконусной насадкой; б) с одним длинным стабилизирующим участком и цилиндрической камерой; в) с одним стабилизирующим участком и конусно-обратноконусной насадкой; г) с двумя стабилизирующими участками и конусной насадкой

Наилучшие результаты скорости газовой смеси наблюдаются в камере с двумя стабилизирующими участками (по 30 мм.) и турбулизирующей камерой с конусной и обратно-конусной частями (рисунок 3 а). При такой конструкции поток газа достигает скорости порядка 2000 м/с.

Для дальнейшей оптимизации на выходном участке ствола устройства используется сопло по аналогии с соплами, используемыми в технологии холодного напыления [6].

Газодинамический конечно-элементный анализ (рисунок 4) показывает значительное увеличение скорости продуктов детонации (выше 2500 м/с).

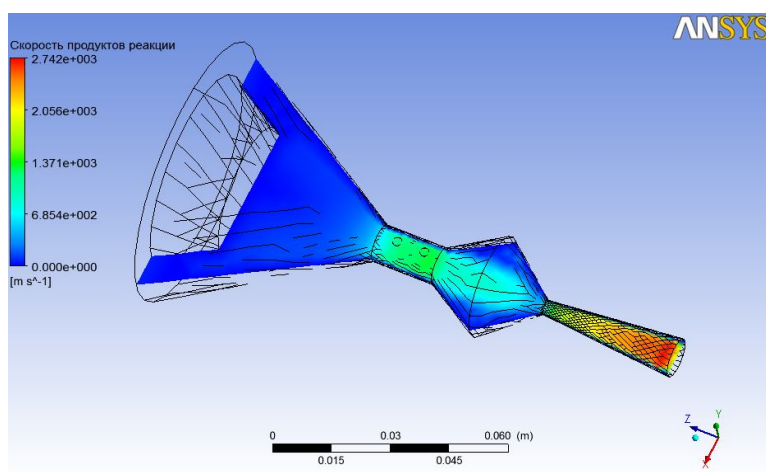


Рисунок 4 – Диаграмма распределения скоростей в двухфазном (продукты детонации – инертный газ) потоке в модели устройства для детонационного напыления

Таким образом, методом компьютерного моделирования была проведена оптимизация геометрии устройства для детонационного моделирования для достижения максимальных показателей скорости потока. Результаты моделирования свидетельствуют о возможности достижения скорости продуктов детонации порядка 2500 м/с при конструкции устройства со стабилизирующим участком, одной турбулизирующей насадкой с конусной и обратно-конусной частями и сверхзвуковым соплом на выходном участке.

Использованная литература:

1. Kim K., Kuroda S., Watanabe M/ Microstructural Development and Deposition Behavior of Titanium Powder Particles in Warm Spraying Process: From Single Splat to Coating / *Jornal of Thermal Spray Technology*, 2010 vol. 19 (6), pp. 1254-1264.
2. Kim K., Kuroda S., Watanabe M., Huang R., Fukanuma H., Katanoda H. Comparison of Oxidation and Microstructure of Warm-Sprayed and Cold-Sprayed Titanium Coatings / *Jornal of Thermal Spray Technology*, 2012 vol. 21 (3-4), pp. 550-560.
3. Kuroda S., Kawakita J., Watanabe M., Katoda H. Warm spraying—a novel coating process based on high-velocity impact of solid particles / *Sci. Technol. Adv. Mater.*, 2008, 9(3), p 033002 (17 pp).
4. Pawlowski L. *The Science and Technology of Thermal Spray Coatings* / L. Pawlowski. – New York: Wiley, 2006 – 644 p.
5. Yokoyama K., Watanabe M., Kuroda S., Gotoh Y., Schmidt T., Gertner F. / Simulation of Solid Particle Impact Behavior for Spray Processes. / *Materials Transactions*, Vol. 47, No. 7 (2006) pp. 1697-1702.
6. Газотермическое напыление: учебное пособие / кол.авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М: Маркет ДС, 2007. – 344 с.
7. Смирнов Н.Н., Никитин В.Ф. Влияние геометрии канала и температуры смеси на переход горения в детонацию в газах / *Физика горения и взрыва*, 2004. – Т.40 (№2), с. 68-83.

ТРУБЫ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Касьянов П. Н.– студент группы ПКМ-91, Головина Е.А. – к.т.н. доцент
Алтайский государственный университет имени И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Монтаж водопровода следует начинать с выбора материала важнейших его составляющих, т.е. труб. Сегодня рынок строительных материалов для труб предлагает четыре основных вида труб: стальные трубы, медные, металлопластиковые, сшитый полиэтилен и трубы из полипропилена.

Стальные трубы



Рисунок 1 – Стальные трубы Рисунок 2 – Медные трубы

Трубы из стали условно можно подразделить в соответствии с их покрытием на трубы, оцинкованные и без покрытия. Стальные трубы соединяют, как правило, с помощью резьбовых соединений, применяя для этого муфты, сгоны, тройники. Установку осуществляют, пользуясь такими инструментами, как механизм для нарезки резьбы, разводные и газовые ключи, ножовка и т.п. Также используется сварка, инструмент для резки труб, для уплотнения соединений применяют паклю либо специальную ленту-герметик. Размеры труб маркируют в дюймах. Достоинства стальных труб – это очень высокий уровень жесткости и прочности, долговечность. Недостатки существенные – герметизация швов более тщательная, появление ржавчины, высокая трудоемкость монтажа.

Медные трубы

Трубопроводы из меди применяются довольно широко. СНиП разрешено использовать их в системах газоснабжения, топливоподачи, водоснабжения и теплосети и т.п. Достоинства медных труб впечатляют: стойкость меди к воздействиям коррозии от водопроводной воды очень высока, что гарантирует срок службы водопровода из меди, как минимум, 40 лет. Значима стойкость к воздействию температурных перепадов, стоимость установки сопоставима с монтажом пластмассовых труб. Есть и недостатки: при монтаже часто используется паяльный аппарат, при этом конструкция получается, как правило, одноразовая. При появлении брака бракованный участок приходится только вырезать, после чего заново собирать.

Металлопластиковые трубы



Рисунок 3 – Металлопластиковые трубы Рисунок 4 – Трубы из шитого полиэтилена

Трубы из металлопластика состоят из трех слоев. Изготавливаются они из металлической тонкой трубы, снаружи и внутри покрытой слоями пластика. Соединение этих труб осуществляется посредством фитингов: водные розетки, угловые муфты, тройники, переходники и т.п. Соединители делятся на фитинги цанговые и прессовые. Монтаж осуществляют с помощью таких инструментов как газовые и разводные ключи, ножовка по металлу или ножницы для труб, используется пресс, если применяются пресс фитинги. Размеры труб из металлопластика выражаются в дюймах. Достоинства этих труб – легкость и быстрота монтажа, высокая гибкость конструкции, в водопроводе не появляется ржавчина, лёгкость ремонта, фитинги можно применять не один раз. Недостатки имеются: высокая цена фитингов из-за разницы сечений боязнь гидроударов, необходимость постоянного технического обслуживания, прессовые фитинги, к сожалению, бывают одноразовые.

Трубы из шитого полиэтилен

Наилучший вариант для частного дома или квартиры – трубы из сшитого полиэтилена. Эти трубы нашли применение в системах отопления и водоснабжения. Гарантируемый срок службы составляет - 50 лет, при условии соблюдения правил и эксплуатации. Сшитый полиэтилен обладает рядом преимуществ – высокий уровень устойчивости к высоким и низким температурам, не очень высокая теплопроводность, отличная износостойкость и звукоизоляция.

Материал труб минимизирует отложения на внутренних стенках трубопроводов. Трубы можно гнуть во всех направлениях – полиэтиленовые трубы могут укладываться так же просто как и трубы из металлопластика. Монтаж соединений происходит при

помощи запрессовки пресс-втулки. Мотнаж труб из сшитого полиэтилена требует минимальных усилий и времени. Нужно развальцевать конец трубы, вставить в нее фитинг и запрессовать. Фактически это самый лучший материал для устройства разводки водоснабжения и отопления. Единственный недостаток – цена не такая низкая, как у полипропилена.

Полипропиленовые трубы



Рисунок 5– Полипропиленовые трубы

Трубы из полипропиленового пластика выпускаются двух типов – не армированные и армированные фольгой, используются для горячей воды. Стыкуются между собой такие трубы с помощью прямых и угловых соединительных муфт, переходников на соединения с резьбой и тройников. Полипропиленовые трубы по толщине стенки делятся на два вида: PN20 и PN10. Стенки у труб PN20 толще в два раза, используют их для горячей воды, а PN10 для холодной. Размер труб исчисляются в миллиметрах. Достоинства: отсутствие ржавчины, срок службы минимум 50 лет, низкая стоимость, краны можно ставить, впаивая между трубами без резьбовых соединений. Не требуют технического обслуживания, конструкцию можно упрятать под штукатурку. Недостатки существенны: при монтаже и повреждении конструкция является одноразовой. Трубы плохо гнутся, в отличие от металлопластиковых и полиэтиленовых. Брак при установке ремонту не подлежит, участок вырезается и собирается снова. Монтаж ведётся специальным инструментом – паяльным аппаратом.

В данной работе мы проводим анализ труб из традиционных материалов (сталь, медь) и труб из композиционных материалов (полипропилен). Анализ напряженного состояния и распределения полей деформаций показывает, что напряжения в традиционных образцах из стали и меди на 10 % превышают максимальные напряжения, возникающие в полипропилене. Труба из полипропилена имеет предел прочности по сравнению с трубой из традиционного материала в 2 раза больше. Полипропиленовая труба не подвержена коррозии и инертна к влажности и химически активным средам, в отличие от стали и меди.

Результаты полученных данных свели в таблицу 1

Материал	Масса, кг	Максимальное напряжение, Па	Максимальное перемещение, 10^{-8} мм	Предел прочности, ГПа	Предел текучести, ГПа
Сталь	2,8	472	4,7	0,5	0,3
Полипропилен	0,3	430	98	2	2,1
Медь	3,2	438	7,9	0,4	0,3

Таким образом, замена традиционных труб из стали и меди на полипропиленовую будет способствовать увеличению сроку службы, и повышению качества воды.